

رقم ١٦

المكان المأرور طبيعي

كتاب علم النبات الزراعى

”على وعملى“

الجزء الأول والثانى والثالث

الحكومة المصرية — وزارة الزراعة

قسم التعليم الزراعى

كتاب

علم النبات الزراعى

“على وعمل”

تأليف

الأستاذ چون پرسيفال

العضو بالجمعية الزراعية الليبانية ومدير قسم الزراعة وزراعة البساتين بكلية الجامعة بمدينة رديج

—•••••—

الجزء الأول والثانى والثالث

من الفصل الأول الى الفصل الثالث والعشرين

(نقل الى العربية فى وزارة الزراعة)

المطبعة الأميرية بالقاهرة

(هـ)

محتويات الكتاب

الجزء الأول — المورفولوجيا الظاهرة العامة :

صفحة	
١	الفصل الأول — مقدمة
٦	الفصل الثاني — البزور — بنائها وإنباتها
٢٣	الفصل الثالث — الجذر
٣٢	الفصل الرابع — الفرخ الخضرى — السوق والأوراق والبراعم
٥٥	الفصل الخامس — الورقة
٦٥	الفصل السادس — الزهرة
٧٦	الفصل السابع — النورة
٨٠	الفصل الثامن — الثمار وثمر البزور

الجزء الثاني — تشريح النبات :

٩٣	الفصل التاسع — الخلية النباتية — انقسام الخلية — الأنسجة ...
١٠٢	الفصل العاشر — تشريح الساق والجذر والورقة

الجزء الثالث — فسيولوجيا النبات :

١٣٣	الفصل الحادى عشر — تركيب النباتات الكياوى
١٥٠	الفصل الثانى عشر — تركيب النباتات (نثمة)
١٦١	الفصل الثالث عشر — الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء
١٧٦	الفصل الرابع عشر — التتح
١٨٦	الفصل الخامس عشر — امتصاص المواد الزادية

الجزء الثالث - فسيولوجيا النبات : (تابع)

صفحة

الفصل السادس عشر - تثبيت الكربون أو التمثيل -	
التركيب الضوئي	١٩٣
الفصل السابع عشر - تكوين الهرمونات - نقل الزاد واختراجه	٢٠٣
الفصل الثامن عشر - الانزيمات وهضم المواد المختزنة	٢١٤
الفصل التاسع عشر - التنفس	٢٢١
الفصل العشرون - النمو	٢٢٨
الفصل الحادي والعشرون - التوالد	٢٤٧
الفصل الثاني والعشرون - التوالد (نمّة)	٢٥٧
ملحق للفصل الثاني والعشرين - قوانين الوراثة المندلية	٢٨٣
الفصل الثالث والعشرون - النباتات المزروعة وأصلها -	
تربية النباتات	٢٩٤

الجزء الاول

المورفولوجيا الظاهرة العامة

الجزء الأول

المورفولوجيا الظاهرة العامة

الفصل الأول

مقدمة

١ — تقسم الأشياء التي نصادفها كل يوم الى طائفتين متميزتين بعضهما عن بعض هما : الأشياء الحيّة كالطيور والحشرات والماشية والأشجار والأزهار والأعشاب ثم الأشياء غير الحيّة كالهواء والماء والزجاج والحديد .

والفرق بين هاتين الطائفتين من الأشياء — وان تعذر ايراد بيان واف كاف عن ماهية الحياة يناسب جميع الأغراض العملية — ممكن معرفته بسهولة . ودرس كل منهما درساً واسعاً يؤدى الى استنتاج أن بين عالمي الأحياء والجماد حداً فاصلاً ثابتاً .

أهم خواص الأشياء الحيّة وأظهرها قوة انتاجها أفراداً جديدة ، أى قوة التوالد (Reproduction) . وتنقسم تلك الأشياء عادة الى رتبتين : الحيوانات والنباتات . ويستعمل لفظ "بيولوجيا" أو علم الحياة في أوسع

معناه للدلالة على دراسة صور الأشياء الحيّة جميعها وذلك الفرع من البيولوجيا الذى يبحث فيه عن الحيوان يسمى "علم الحيوان" فى حين أن الفرع المتعلق بدراسة النباتات يسمى "علم النبات". هذا وفى الحيوانات المعروفة قوّة التحرك من جهة لأخرى بطريقة ليست فى النباتات وفضلا عن هذا فإن الحيوان يحتاج الى مواد يستعملها غذاء له ينتمدها من أشياء حيّة أخرى كاللحم واللبن والخبز والبطاطس والمواد التى من هذا القبيل فى حين أن أكثر النباتات الشائعة قادرة على الانتفاع بالمواد التابعة بته لعالم الجماد مثل ثانى أكسيد الكربون والماء وشيت من المواد المعدنية . ومع أن هذه الأوجه من التباين بين النباتات والحيوانات كافية لتمييز إحدى الرتبتين عن الأخرى ما تعلق الأمر بشؤون الحياة اليومية فإن استقصاء البحث فى الأشياء الحيّة يدل على أن فيها ما يماثل النبات فى بنائه (Structure) وقوّة انتفاعه بالمواد غير العضوية للاغذاء بها وهو بالرغم من ذلك قادر على التحرك كما تتحرك الحيوانات فى حين أن بعض ما يعتبر فى العادة من الحيوانات لا يتحرك إلا قليلا وفضلا عن هذا فإن هناك أشياء حيّة تعدّ فى النباتات دائما اذ تنتج أزهارا وبزورا مع أنها لا تستطيع الحياة اذا أمدت بثانى أكسيد الكربون والمعادن بل انما يازمها أن تغذى بنفس المواد التى تحتاج إليها الحيوانات أو بما يماثلها فلا غرو إن كانت المجهودات التى تبذل لتعيين حدّ فاصل دقيق بين النباتات والحيوانات تذهب سدى إذ يظهر أن المواد الحيّة التى فى كل منهما واحدة وليس هناك نقطة اختلاف واضحة بين ما يسمى بالملكيتين الحيوانية والنباتية . أن العالم الحيّ واحد لا اثنان . ولا بدّ للانسان أن يعي أن النباتات أجسام حيّة كالحيوانات سواء بسواء اذ أن معظم الأغلاط التى يقع فيها الناس فى تعهد وزراعة النباتات تنجم عن قلة ادراك تلك الحقيقة .

٢ — وستقصر القول على الشائع من نباتات الحقول والبساتين فان هذه النباتات تخالف الحيوانات في الصورة والبناء مخالفة تامة . وبما أن صعوبة تحديد رتبي الكائنات (Organisms) انما تصادفنا في دراسة الكائنات الدقيقة (Micro organisms) التي لا يمكن مشاهدتها تمام المشاهدة فلا بأس باهمالها حتى حين .

ولا يخفى أن النباتات يمكن درسها من وجوه مختلفة متعددة فتنشأ عن ذلك فروع خاصة وأقسام من العلم ، فقد يقصر النظر على بحث وظائف الأجزاء المختلفة في جسم النبات — على العمل الذي تقوم به الأوراق والجذور والأزهار في حياة النبات — ويعرف هذا الجزء من العلم ”بالفسيولوجيا“ (Physiology) وقد يعنى بصورة الأجزاء المختلفة وأصلها ونشؤها وتكشفيها وعلاقة الأجزاء المختلفة بعضها ببعض بدون اشارة الى العمل الذي تقوم به ويطلق على هذا الفرع اسم ”المورفولوجيا“ (Morphology) وقد يدرس بناء الأجزاء المختلفة من النباتات ونظامها لتعيين وجوه التشابه والتباين التي بينها توصلنا الى وضع جميع النباتات التي بينها شئ من التشابه في طوائف ، ويسمى هذا مبحث ”النبات الترتيبي“ (Systematic Botany) . وقد يقسم العلم رغبة في التوسع والالمام به بطريقة منطقية عدة أقسام أخرى وتجعل دراسة النباتات في كل قسم منها من وجه يخالف الوجه الآخر مخالفة ما . أما نحن فستقصر دراستنا أولاً على النباتات البزيرية، (Seed-plants) وان كانت الرتب الأخرى من المملكة النباتية جديرة بالنظر، لأن هذا القسم يشمل الشائع الأشيع من النباتات في كل مكان . ويجدر بالزراع وبكل من لهم مصلحة في تعهد النباتات سواء أكان للتسلي بذلك أم لا كتساب مغنم أن يختبروا ويبحثوا النباتات من وجوه شتى إذ لا يمكن بغير ذلك أن يحصل تقدم حقيقى فيما يزرعون .

٣ - إن معظم نباتات الحقول تابع للترتبة المعروفة "بالنباتات البزيرية" (Spermaphytes) وقد تسمى "بالنباتات الزهرية" (Flowering Plants) ولكن أهم خواصها انتاج البزور . وتاريخ حياة النبات البزرى عملية مستمرة من النمو والتكشف يرى فيها أربعة أدوار متميزة هى :

- (١) انبات البزرة وخروج نبت صغير منها .
- (٢) تكشف (Development) الجذور والسوق والأوراق الخضراء ونموها .
- (٣) دور الإزهار أى تكوين الأزهار وفتحها .
- (٤) انتاج الأثمار وما تحتوى من البزور .

ويكون تتابع الأحوال على هذا الترتيب اجماليا ويشغل تكشف الجذور والسوق والأوراق أكبر جزء من حياة النبات عادة على أن هناك اختلافا كبيرا فى مقدار الزمن الذى يستغرق للوصول الى شتى أدوار التكشف كما أن الأدوار ليست متساوية الأبد دائما فى النوع الواحد من النبات .

٤ - قد تقسم النباتات من حيث آجالها الى "حولية" (Annual) أى سنوية و"ذات سنتين" (Biennial) و"معمرة" (Perennial) .

يراد "بالحولى" ، النبات الذى يتم دور حياته فى فصل نمو واحد وذلك أنه يبتدى بزرة ثم ينمى جذرا وساقا وأوراقا ثم ينتج أزهارا وبزورا ثم يموت بعد ذلك تاركا وراءه ذرية فى صورة بزور .

أما النبات "ذو السنتين" فيبتدى حياته فى صورة بادرة (Seedling) ويقضى دور نموه الأول فى انتاج الجذر والساق والأوراق وحدها ثم يدخل بعد ذلك فى دور ثان من النمو وينتج ساقا تحمل أزهارا وبزورا يموت النبات بعد نضجها .

وأما "المعمرة" فهي النباتات التي تعيش أكثر من سنتين وقد تمضي عليها عدة فصول قبل أن تنتج أزهارا أو بزورا وتنقسم في الغالب الى قسمين :

(١) النباتات العشبية المعمرة (Herbaceous Perennials) .

(٢) النباتات الخشبية المعمرة (Woody Perennials) .

فهي القسم الأول تكون الأوراق والسوق التي فوق الأرض طريئة رخصة ثم تموت في آخر فصل النمو . أما أجزاء النباتات التي تبقى لتنمو في السنين التالية فتمكث تحت الأرض . ومن هذه الرتبة النبات المعروف في مصر "بسم الفراخ" (Withania) ونبات البطاطس وحشيشة الدينار . أما في النباتات الخشبية المعمرة ومنها كل الأشجار والشجيرات فان السوق التي فوق الأرض تكون خشبية صلبة .

وهذه الطريقة في تقسيم النباتات تبعا لطول آجالها نافعة إلا أنها ليست فاصلة لأن مدة مكث تلك النباتات تتوقف بعض التوقف على الفصل وزمن البذر وطريقة تعهد الزراعة .

وللناخ والتربة كذلك تأثير في مكث النباتات إذ أن الحولية في بعض الأقاليم تعتبر ذات سنتين في غيرها وربما أصبحت معمرة في أخرى .

تجربة ١ : أباذرحبوب غلال وبعض المغلات (Crops) الجذرية أي المحصولات الجذرية — اللفت والبجر والجزر — في خطوط قصيرة في اليوم الأول من كل شهر في خلال سنة كاملة ثم دون مشاهداتك عن نموها حتى وقت انتاجها للبزور وتحصل على نتائج جلي .

٥ — ولما كانت مدة حياة النباتات الزهرية عرضة لمثل ما أشير اليه من التغير وكان تقسيمها الى حولية وذات سنتين ومعمرة تقسيما عرفيا (Arbitrary) فقد وضعت تلك النباتات أحيانا في طوائف تبعا لعدد المرات التي تنتج فيها بزورا .

فالنباتات التى تعطى مغلا واحدا ثم تموت بعد ذلك تسمى "بالنباتات الوحيدة الحمل" (Monocarpic) ومن هذا النوع النباتات الحولية وذات السنتين وكذلك بعض النباتات المعمرة .

أما النباتات التى منها أكثر الأشجار والشجيرات والعليق (Bind-weed) وكثير من الأعشاب وتستطيع انتاج أزهار وبزور فى عدد غير محدود من الفصول فانها تسمى "بالنباتات عديدة الحمل" (Polycarpic) .

الفصل الثانى

البزور — بنائها وإنباتها

١ — لا يخفى أن من أشيع الطرق فى تربية النبات بذر ما يسمى "بالبزور" ولكن قل من يدركون طبيعتها الحقيقية ومقدرتها ممن يستعملونها ولعل ذلك القصور فى المعلومات لا ينشأ عن عدم الاهتمام بالبزور كما ينشأ من أنها، رعايا لحسن تعهدها، تكون فى العادة مدفونة فى الأرض وعلى ذلك فهى خفية عن العين وزد على ذلك أن من هذه البزور ما هو صغير الحجم بحيث يصعب أن تراه العين المجردة . ولا بد لفهم الطبيعة الحقيقية لبزرة ما ، من اختبار أصلها وبنائها ثم ملاحظة نموها ما استطعنا من أول عهود حياتها الى الوقت الذى تنتج فيه نباتا صغيرا تام التكوين .

بزرة الفول — ان بزرة الفول الرومى العريضة التى نشاهدها فى التمرين العملى العادى فى الحدائق والحقول هى من أكبر البزور وبما أن أجزائها ذات حجم يكفى لملاحظة كل أجزائها بدون الاستعانة بشئ أقدر من عدسة الجيب المعتادة فهى اذن موافقة للدراسة موافقة خاصة .

عند ما تنفتح قرنة هذا الفول العريض - اذا ما أوشكت أن تنضج -
تجد أن كل بذرة فيها ملتصقة بداخلها بواسطة خيط قصير هو "السُر" (Funicle) (شكل ١) وفي هذا الخيط تترجم جميع المواد الغذائية من "الأم" (Parent) الى البذرة في صغرها لتتمكن من التكشف. وتكون "القرنة" (Pod) في أول الأمر على شكل أولي (Rudimentary) في مركز الزهرة وتكون أجزاؤها ومكوناتها إذ ذاك صغيرة جدًا ومع ذلك فيستطاع مشاهدتها بسهولة بواسطة العدسة الجيبية. وبعد ذبول الزهرة تنمو القرنة والبزور التي في داخلها ، ويزداد حجمها شيئًا فشيئًا بما تمتدّها أجزاء النبات الباقية من الغذاء وفي النهاية عند نضجها تذبل وتجنّف الحبال السُريّة ثم تنفصل البزور عن أمّها التي أُنْتُجَتْها .

إذا جفّت البزور ونضجت كانت كل بذرة صلبة ذات سطح غير مستوي ولكن لا يمكن في هذه الحالة فحص بنائها فحسًا واضحًا ولكنها إذا نقعت في الماء مدة اثنتي عشرة ساعة تصبح ألين مما كانت وحينئذ يسهل فحص أجزائها .

أما السطح الخارجي ذو اللون البرتقالي الباهت فهو أملس وعند أحد طرفيه ندبة (Scar) سوداء ضيقة ممتدة تسمى "سرة البذرة" (Hilum) وتعرف في العرف "بعين بذرة الفول" وهي تدل على الموضع الذي انفصل فيه طرف السر العريض عن البذرة حين نضجها في القرنة .

بالقرب من أحد طرفي السرة ثقب دقيق جدًا يعرف "بالنّقيِر" (Micropyl) يمكن رؤيته بالعدسة الجيبية بسهولة ومنه يرشح الماء مصحوبًا بفقايع هوائية إذا ضغطت بزور الفول المنقوعة بين السبابة والابهام .

ولهذا النّقيِر اتصال بداخل البذرة ، وهو الفتحة الوحيدة التي فيها .

وإذا شق حول حافة البذرة بمطواة أمكن نزع الجزء الخارجي من بذرة الفول ولاح كغشاء جلدي باهت الصفرة نصف شفاف ويعرف هذا "بالقُصرة" .

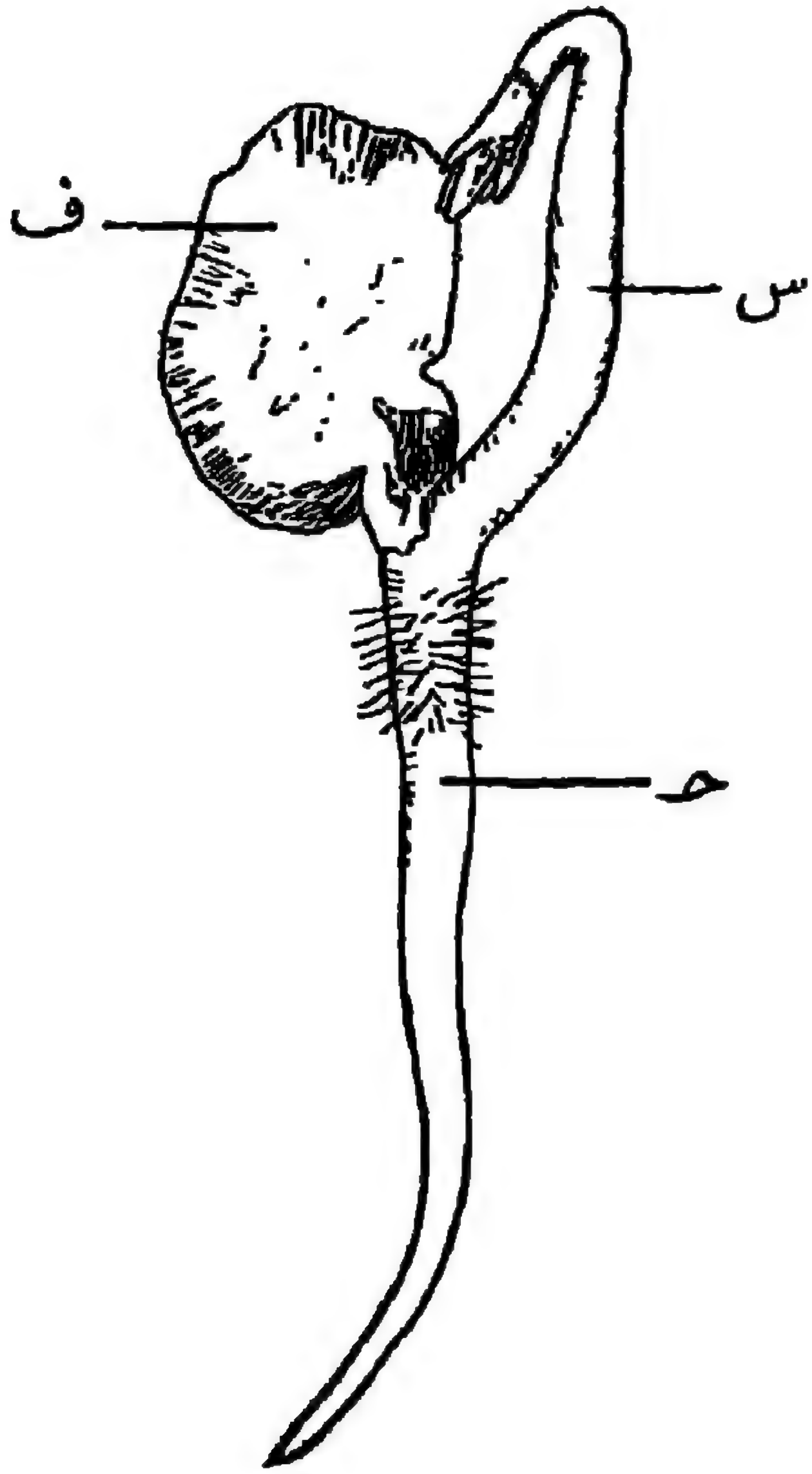
(Testa) أو "الغلاف البزرى" وهو أغلظ ما يكون جسما وأنعم نسجا فى الموضع الذى فيه السرة . أما ما بقى من البزرة بعد إزالة غلافها فذو شكل بيضى مسطح شبيه بشكل بزرة الفول التامة ويمكن قسمته الى نصفين شحمين (Fleshy) كبيرين يسميان "بالفصين" (Cotyledons) أو "بالفلقتين" (شكل ٣ فـ) وهذان النصفان منفصايين بعضهما عن بعض انفصالا تاما بل هما مرتبطان من الجانب بحسم مخروطى بارز (شكل ٣ جـ) يرى أحد طرفيه مائلا فراغا أجوف من غلاف البزرة يقابل النقيير بالضبط ، أما الطرف الثانى فمثن ومنعطف الى الداخل بين الفلقتين الشحمتين ويسهل ملاحظة امتداد هذا الجسم (Structure) المنحنى الصغير وشكله اذا استؤصلت احدى الفلقتين استئصالا تاما . هنالك يبقى هذا الجسم معلقا فى الفاقة الأخرى كما فى شكل (٣) .

تج ٢ : اتقع بعض بزور الفول الرومى العريض فى الماء ثم احفظها مدى الليل فى مكان دافئ .
افحص هذه البزور فى اليوم التالى ثم ارسم الأجزاء المختلفة التى شوهدت قبل إزالة القشرة وبعدها .
لاحظ موضع أجزاء الجنين بعضها من بعض وبالنسبة لغلاف البزرة .

افحص وقارن بناء البزور الآتية بعد تقعها بنفس هذه الطريقة : بزرة البازلاء (البسلة) وبزرة الجلبان ثم بزرة البرسيم .

أما بزرة الفول فلا تشتمل على شئ أكثر مما سبق وصفه على أن طبيعة الأجزاء المكونة لها وعلاقتها لا تظهران إلا اذا وضعت البزرة فى التربة أو حفظت مع مراعاة شروط معلومة ثم تركت لتنمو .

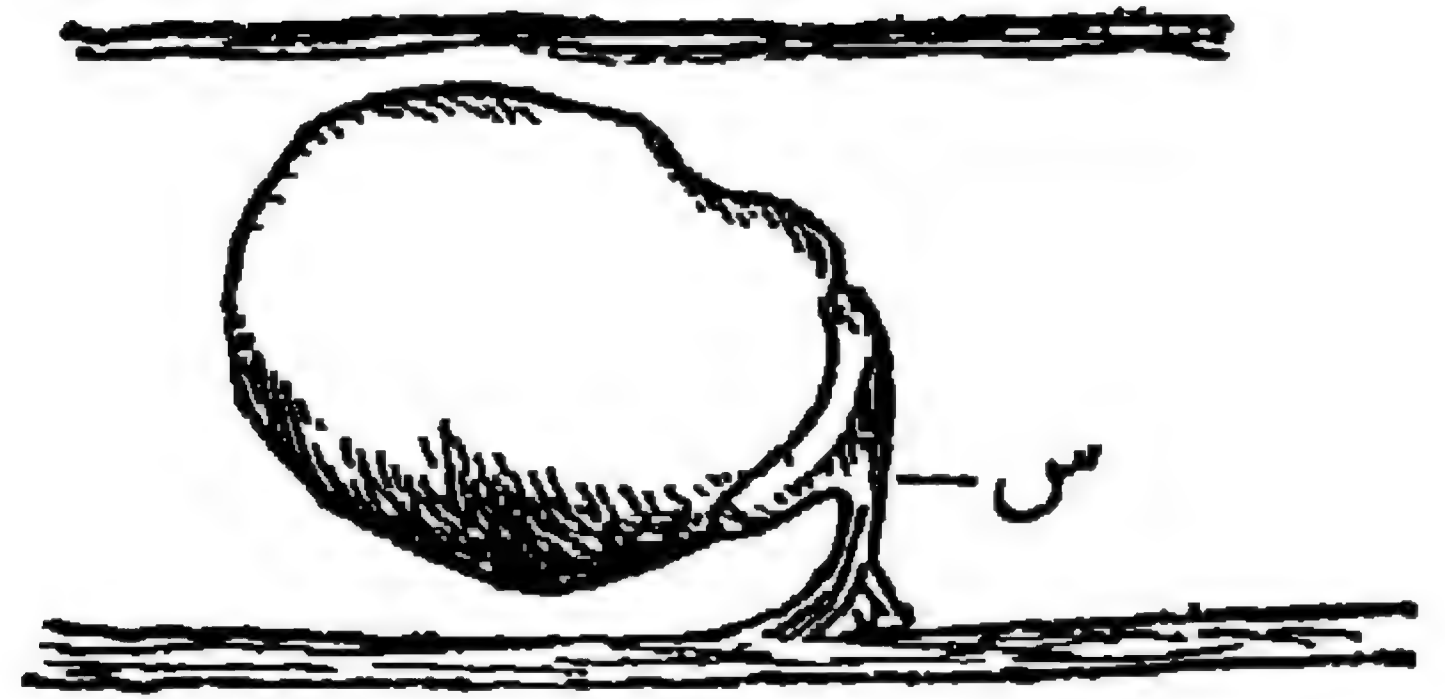
وإذا ابتدأ النمو استطال الجزء الأسفل من ذلك الجسم الصغير المنحنى ومهد طريقه مخترقا غلاف البزرة فى نقطة قريبة جدًا من النقيير لا فى النقيير ذاته كما يقال فى الغالب خطأ وسرعان ما يصبح على صورة أشبه بما فى شكل (٤) ويعرف إذ ذاك "بمصدر نبيت بزرة الفول" .



(شكل ٤)

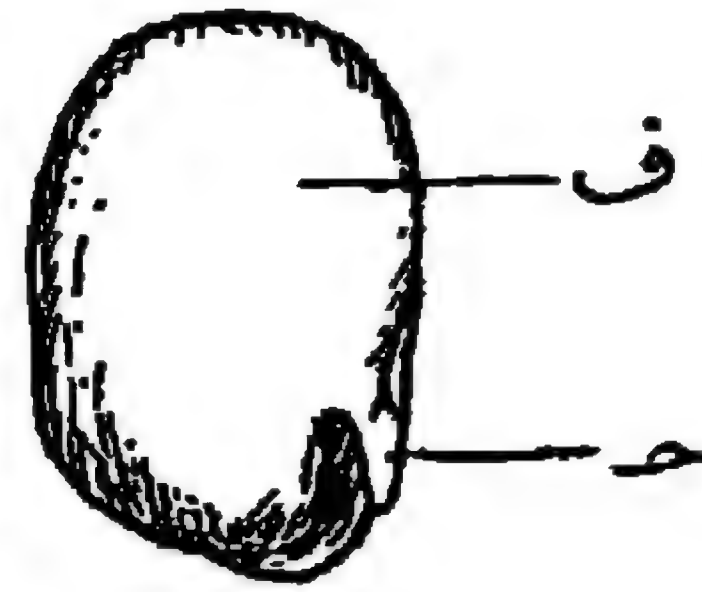
جنين الفولة بعد نمو أربعة أيام . استوصلت إحدى فلقتيه . ف = فلقه ؛ ح = الجذر الابتدائي ؛

س = السويق الجنينية العليا على طرفها برعم . يقارن بشكل (٣) .



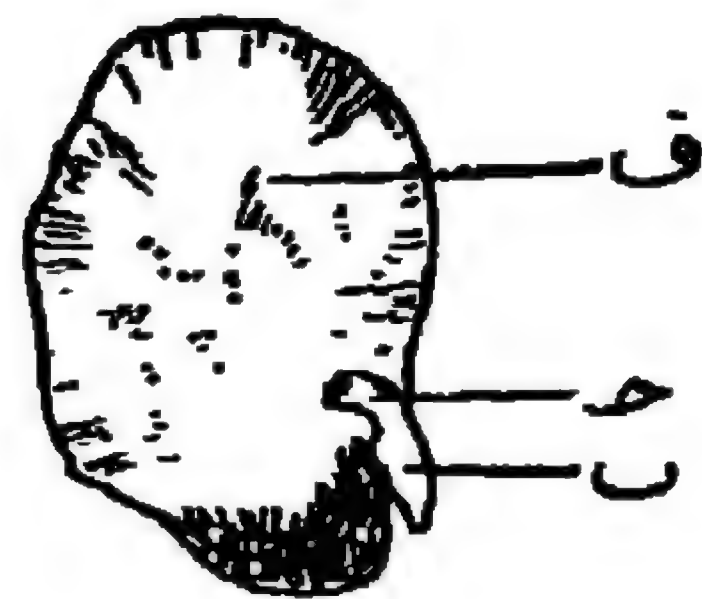
(شكل ١)

قطعة من قرنة فول تبين موقع السر "س" وبذرة المتصلة به



(شكل ٢)

جنين فولة يبين : ح الجذر ؛ ف = الفلقة



(شكل ٣)

مثل شكل (٢) ؛ بعد استئصال إحدى الفلقتين ؛ ح = الجذر ؛ ب = الريشة ؛ ف = فلقه الجنين

أما الجزء العلوى المنحنى الكامن بين الفلقتين فإنه يندفع فى طريقه الى الخارج من نفس الفتحة التى فى غلاف البزرة ثم ينمو حتى يصير ساقا من طرفها تتفتح الأوراق تدريجا . من هنا يتبين أن بزرة الفول العريضة هى عبارة عن كيس مشتمل على نبات بزرة الفول فى حالة أولية (Rudimentary). ويسمى هذا النيت ”بالجنين“ (Embryo) . أما جزؤه الذى يصير جنرا وساقا فيسمى ”بالمحور الأصيل“ (Primary Axis) . وجزء المحور الأصيل الذى تحت نقطة اتصال الفلقتين به يعرف ”بالحذير“ (Radicle) ويتكون من قطعة ساق صغيرة جدا هى ”السويق الجنينية السفلى“ (Hypocotyl) التى يوجد الحذر عند طرفها ولا يمكن معرفة المكان الذى تنهى عنده الساق ويتبدى الحذير فى بادرة (Seedling) الفول بدون مساعدة الميكروسكوب وفحص البناء الداخلى لمحور النبات .

أما طرف المحور الأصيل المنحنى الذى هو فوق الفلقتين فهو ”ريشة الجنين“ (Plumule) ويتكون من قطعة ساق صغيرة تسمى ”السويق الجنينية العليا“ (Epicotyl) ، ويوجد على قمتها برعم أو زر يخرج منه الساق المعتادة التى تظهر فوق سطح الأرض تحمل أوراقها الخضراء وأزهارها . وفى الأدوار الأولى من نمو الجنين من البزرة نجد أن نمو السويق الجنينية السفلى قليل جدا . أما أعظم أجزاء الساق نموا فى هذه الحالة فهو السويق الجنينية العليا ، واستطالة ذلك الجزء من هذا النيت هو الذى يدفع الريشة فوق سطح الأرض محوطة بأوراقها الصغيرة . أما الفلقتان فتبقيان تحت الأرض فى قصرة البزرة .

أما الجزء العلوى من الساق وهو الذى يحمل الريشة فيخرج من البزرة منحنيا ثم يبقى على هذا الشكل بعد خروجه بمدة وبهذه الطريقة تصان

أوراق الريشة الرقيقة من الأذى أثناء تقدمها فى النمو الى أعلى اذا كانت البزرة قد وضعت فى الأرض أو الرمل (شكل ٤) .

تج ٣ : لف بعض بزور من الفول المنقوع فى خرتين رطبتين من الصوف أو القطن ثم ضعها فى طبق وغطها بطبق آخر وذلك بوضعه مقلوبا فوقها ثم اتركها فى جرة دافئة والفصا مرتين فى كل يوم ودعها معرضة للهواء الطلق بضع دقائق فى كل مرة مع حفظ الحرارة رطبة لابلولة — وعندما تنبت لاحظ الموضع الذى خرج منه الجذير من غلاف البزرة . دع بعضها ينمو حتى يخرج الجذر والريشة من البزرة خروجا بينا ثم قارن الأجزاء المختلفة من البزور النابتة بأجزاء البزور التى لم تنبت .

٢ — الإنبات : عند ما تكون القرنة فى حالة التكون يغذى الجنين الذى فى البزرة من الأم ثم ينمو نموا ظاهرا حتى يتم نضجه وحينئذ يكون النبت الصغير فى حالة سكون (Dormant state) داخل البزرة ولا تبدو عليه إذ ذاك أى علامة من علامات الحياة . فاذا توافرت له شرائط خاصة يأخذ فى التيقظ ثم ينطلق من الغلاف الذى يقبىه عجلا ليحيا مستقلا . هذا التيقظ من حالة السكون الى حالة النمو الفعلى يسمى ”بالإنبات“ (Germination) ويتوقف على مدد كاف من : (١) الماء (٢) الحرارة (٣) الهواء أو الأوكسيجين . ولا بد فى كل حال من أن يكون النبات الصغير الذى فى البزرة حيا .

أما حقيقة حالة السكون فى البزور فغير مفهومة تمام الفهم . ولكن أجنة البزور القديمة أو التى جمعت قبل أن تبلغ أو خرتت خرتا سيئا تكون فى الغالب ضعيفة أو ميتة وفى هذه الحالة لا يكون الإنبات ممكنا . كما أنه لم يستطع أن يحدد مقدار الوقت الذى يمكن أن تحفظ فيه البزور فلا تموت أجنحتها تحديدا مرضيا إذ أنه يختلف باختلاف نوع البزرة ونضجها وتركيبها وكذلك طريقة خرتها . ففى معظم بزور البساتين والحقول التى تخترن بالطرق المعتادة وجد أنه لا يصلح للنمو منها بعد عشر سنين إلا القليل ويموت عدد عظيم منها

في خلال سنتين أو ثلاث . ولكننا سنتكلم عن هذه المسألة بإفاضة في فصل من الفصول الآتية فيكفى لغرضنا الذي نحن في صددده أن نذكر أن عمر البزرة عامل مبين في الانبات بصرف النظر عن الشروط الثلاثة المذكورة فيما سبق .

٣ — ضرورة الماء للانبات أمر معروف لأن بزور الفول يمكن حفظها مدة غير محدودة دون أن تثبت في كيس أو في درج على درجات حرارة مختلفة ومع وصول الهواء إليها . ولكنها إذا وضعت في أرض رطبة أو بين ورق نشاف رطب تتشرب الماء بسرعة . وتسهل ملاحظة ذلك عند ما تنقع حبوب الفول مدة اثنتي عشرة ساعة في إناء مملوء بالماء فإن الماء ينفذ من أجزاء غطاء البزرة جميعها ولا سيما من النقيير ومن الخط اللين المادة الذي يخرق طول مركز السرة بأكمله . فينتقل الماء بسرعة حتى يتصل بجزء الجنين الذي ينمو أولا أي الحذير . أما الجزء اللين الاسفنجي الغليظ من داخل القصرة الذي يكون تحت السرة فإنه يخترن كمية كبيرة من الماء ينتفع بها النبات النامي . هذا ويتشرب الجنين والغطاء بأكملهما الماء ويزدادان رخصا وكبرا تبعا لذلك ولا تبدئ بزرة الفول في اظهار أية علامة من علامات الانبات إلا بعد أن يحدث ذلك الانتفاخ .

تج ٤ : لبيان تأثير النقيير والسرة في تشرب الماء خذ عشرين بزرة من الفول تكون كلها بحجم واحد تقريبا ثم ادهن سطح النقيير والسرة من عشر بزور منها بورنيش سريع الجفاف أو بالطلاء الأسود الذي تطل به الدراجات (Cycle Black) ثم خط خطوطا ذات حجم واحد على البزور العشرة الأخرى بحيث لاتلمس النقيير ولا السرة . زن كل قسم من هذين القسمين على حدة ثم ضع البزور جميعها في حوض ماء طول الليل ثم انشأها من الماء في صباح اليوم التالي وجففها بعناية بمنشفة ثم زنها ثانية . وانظر أي القسمين كانت زيادته أكثر .

٤ — حاجة الانبات الى درجة حرارة مناسبة أمر يعرفه الذين تعودوا بذر البزور . إذا وضعت بزور الفول المنقوعة في الأرض في زمهرير الشتاء فإنه لا يبدو

عليها أى علامة تدل على تنبئها من حالة السكون التى هى فيها ، وإذا بدت كانت ضئيلة جدًا ، ولكنها إذا وضعت على ورقة رطبة من النشاف وغطيت بزجاجة ثم استبقيت فى غرفة خرج الجذير فى أيام قليلة من البزرة ، وتختلف البزور بعضها عن بعض فى احتياجها الى درجة الحرارة اللازمة لانباتها فأجنت بعض البزور بتبدئ فى مد جذيراتها واختراق طرقها داخل غلاف البزرة حتى ولو حفظت على درجة من الحرارة فوق نقطة التجمد : وغيرها يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٩ أو ١٠ ° مئوية حتى تشرع فى النمو . وإذا حاولنا إنماء بزور الفول على درجة ٤٥ ° مئوية وجد أن هذه الدرجة حارة جدًا فلا نتقدم البزور فى نموها إلا قليلاً وقد لا تتقدم مطلقاً . وبين تلك الدرجة العالية التى يظهر أن النمو محال فيها وبين نقطة التجمد التى يوقف عندها نمو جنين بذرة الفول ، توجد درجة حرارة يتقدم فيها نمو الجنين أسرع تقدم ويخرج من غطاء البزرة فى أقصر وقت . تلك الدرجة المناسبة جدًا المناسبة ، هى حوالى ٢٨ ° مئوية أما على درجات الحرارة التى فوقها أو تحتها فإن الانبات يتأخر .

تج ٥ : هي كيتين منفصلتين من بزور فول ذات حجم متشابه ، منقوعة أبداً مدة واحدة فى خرة رطبة كما سبق الوصف فى التجربة الثالثة ثم ضع إحدى الكيتين فى غرفة دافئة وضع الأخرى فى مكان بارد ولاحظ أيتهما تخرج جذيراتها أول .

٥ — ولا بد لنمو النبات الصغير من بذرة الفول من مدد من الهواء ولكن داعى الحاجة اليه غير ظاهر ولا مدرك عند الناس إدراكهم لضرورة الرطوبة والدفع . على أنه يرى أن بزور الفول إذا وضعت فى دورق أو زجاجة مشتملة على ثانى أوكسيد الكربون أو على الايدروجين تأبى الانبات حتى ولو أمدت بكمية مناسبة من الماء واستبقيت فى حرارة تعادل حرارة الصيف .

تج ٦ : ضع عشر بزور منقوعة من بزور الفول في زجاجة ذات رقبة واسعة : املأ الزجاجة من غاز ثاني أكسيد الكربون أو غاز الاستصباح ثم سدّها بسدادة محكمة من الصمغ المرن (الكاوتشوك) . هي زجاجة أخرى بنفس تلك الطريقة واملأها من الهواء المعتاد بدلا من المواد السابقة ، ثم اترع سداداتها مرتين في كل يوم وادخل فيها شيئا من الهواء النقي بواسطة النفخ الصناعي حتى تضمن بذلك إمداد البزور بكمية وافية من الهواء . ضع الزجاجتين في مكان دافئ ثم لاحظ أيتهما خيرا نباتا .

٦ — ان التمدد الخاص أو النمو الذي يحدث في الأجزاء الداخلة من بذرة الفول وضرورة إمدادها بكمية مناسبة من الماء والهواء والحرارة لاظهار هذه التغيرات يدلنا على أن ما بين أيدينا هو كائن حي . ويتضح ذلك جليا اذا لاحظنا أن البذرة تمتص أكسجين الهواء ويحل محله في الهواء المحيط بالبزور غاز ثاني أكسيد الكربون إذ أن هذا هو ما يحدث في تنفس الحيوان الحي .

تج ٧ : يتولد ثاني أكسيد الكربون عند ما تنبت بزور الفول .

ضع عشرين بذرة فول منقوعة في زجاجة واسعة الفم ثم سدّها بها بعد أن ترى أن عود الثقاب يحترق كالعادة في هذه الزجاجة واترك هذه البزور في مكان دافئ مدة أربع وعشرين ساعة ثم انظر فيما اذا كان عود الثقاب يحترق في الزجاجة عندئذ أم لا .

غاز ثاني أكسيد الكربون يمكن تفريقه في كأس بها ماء الجير ، فاذا كان الغاز موجودا دل على ذلك صيرورة ماء الجير لبنى اللون عند رجه وهذا ناشئ عن رسوب كربونات الجير .

ولا يمكننا البحث الآن في الفائدة التي تعود على النباتات من الماء والحرارة والهواء ولكن لا بأس من القول هنا أنه قلما يتخلص الجنين من صلابة غلاف البذرة وجودها بدون الماء لأن الماء يلين الغلاف ويسهل على الجذير والريشة تمزيقه عند تمدهما .

ويتوقف نمو الجذير المستطيل والبرعم (Shoot) وتكوينه على الفلقتين الغليظتين في العهود الأولى من حياة نبات الفول أي من ابتداء الإنبات الى

الوقت الذى تصير فيه الأوراق الخضراء منبسطة . ففى أول الأمر تكون الفلقتان غليظتين شحمتين فاذا أخذ الجذير والريشة فى النمو أخذت الفلقتان فى اللين والدقة ثم يؤول أمرهما الى التكش الشديد . أما الفلقتان فورقتان محشوء باطنهما بالزاد (Food) الذى يتغذى به باقى الجنين النامى وتستعمل كمية كبيرة من الماء الذى امتصته البزرة لإذابة المادة الغذائية ولحمل هذه المادة الى شتى أجزاء جذر النبات الصغير وفرخه حيث يجرى النمو .

نح ٨ : أنبت بعض بزور من الفول على خرقة رطبة كما فى التجربة الثالثة ثم بين أن الفلقتين ضروريان لنمو جذر الجنين وفرخه وذلك بقطعهما عنهما بمجرد انطلاق هذين الجزئين من غلاف البزرة . اقطع فلكة واحدة ثم فلكتين فى أدوار مختلفة من النمو ثم انظر هل يستطيع المحور (الجذر والفرخ) أن ينمو بدونهما ؟ ودع النمو سائرا فى طريقه زمنا ما ليظهر لك التأثير واضحاً جلياً .

٧ — ليست التغيرات التى تشاهد فى جنين بذرة الفول المنبتة هى وحدها التى تدل على أن بذرة الفول كان أو جسم حي ، وأنها كالحىوان يتوقف على إمداده بمقدار كاف من الماء والهواء لاظهار حياته بل أن أجزاء نبات الفول الصغير بعد خروجه من البزرة تدل على أن بها الخواص اللازمة للحياة .

وحينما توضع البزرة فى الأرض نجد أن الجذير عند خروجه منها يتجه مباشرة الى أسفل ثم يستمر فى نموه فى هذا الاتجاه . وكذلك الحال دائماً مهما اختلف وضع البزرة فانك اذا أخذت البزرة بعد انباتها وزرعتها بحيث يكون الجذر الابتدائى متجها نحو سطح الأرض وجدت أن سن (Tip) الجذر يأخذ فى الانحناء ثانية الى أسفل ثم يستمر فى هذا الاتجاه حتى يعاق سيره مرة أخرى .

أما الريشة فتسير على نقيض سير الجذر إذ هى بعد خروجها من غلاف البزرة تنمو قمتها المنحنية متجهة الى أعلى ومبتعدة عن الجذر واذا قلبت البزرة

وزرعت ثانية فان الريشة تأخذ في الانحناء بحيث تنبج قمتها الى أعلى نحو سطح الأرض . أما كون هذه الخواص ترتبط بالحياة على صورة ما فواضح لأن الأجنة الميتة لا تسير هذه السيرة .

تج ٩ : ازرع بزور فول منقوعة في أص من أصص الأزهار (قصرية) أو في صندوق مملوء من تربة البساتين المعتادة وضع هذه البزور على أوضاع مختلفة في الأص (القصرية) أو الصندوق بحيث يكون بعضها موضوعا على الجانب المستوى ، وبعضها بحيث تكون السرة متجهة الى أعلى ، والبعض الآخر والسرة متجهة الى أسفل . اتركها تنمو في مكان دافئ ثم استخرجها بيجرد ظهور علامات الانبات ثم لاحظ الاتجاه الذي أخذه كل من الجذر والفرخ .

ويمكن اختبار ما في الجذر من الميل الخاص الى الضرب الى أسفل دائما وما في الساق من الميل الى أعلى بأن يزرع الفول أولا في ثرى من أرض البساتين ثم قلب بزوره بعد ذلك . ولا بد لاجتناب الخطأ من اتراع جميع النباتات الصغيرة من التربة ثم وضعها ثانية في الأرض على أوضاع مختلفة بحيث يكون بعضها كما كان وقليل منها معكوس الجذور والسوق وبعضها موضوئا وضعا أفقيا . ولا بأس باختبارها مرة أخرى في آخر الأسبوع .

وهناك طريقة أخرى للإبانة عن تلك الخاصة ذاتها يمكن اجراؤها كما يأتي :

استنبت بزورا منقوعة في خرقة رطبة كما في التجربة الثالثة وعندما يصل امتداد الجذور الى ما يقرب من سنتيمتر ورابع خذ بزرتين وعلقهما بخيط جنبا لجنب في زجاجة بحيث يكون جذراهما الى أسفل وساقاهما الى أعلى . ويجب أن يكون بالزجاجة قليل من الماء حتى يبقى الهواء رطبا . واذا بلغ طول الجذور خمسة سنتيمترات تقريبا فاعكس وضع بذرة من البزور بحيث تكون سنان جذورها الى أعلى وساقها الى أسفل . ثم لاحظ أن قمة جذور البذرة المعكوسة تبدئ فيا يقارب اثنتى عشرة ساعة في أن تنبج الى أسفل في حين أن الريشة تنحني ببطء أكثر حتى تأخذ الوضع الذي كانت فيه قبل أن تعكس . ولا بد من وضع الزجاجة في صندوق مظلم أو في خزانة مظلمة لاتقاء تأثير الضوء في النبات كما ينبغي تفخ الهواء النقي في الزجاجة مرتين في اليوم .

٨ — ان كانت البزور تختلف بعضها عن بعض اختلافا غير محدود من حيث حجمها وشكلها فانها شبيهة ببذرة الفول من حيث ان جميعها يشتمل على نبات صغير مجتمع داخل الغلف البزورية وتتفق جميع البزور في هذه

الصفة الجوهرية إلا قليل منها ، ولهذا كانت البزور ذات فائدة فى زراعة المغلات أو النباتات .

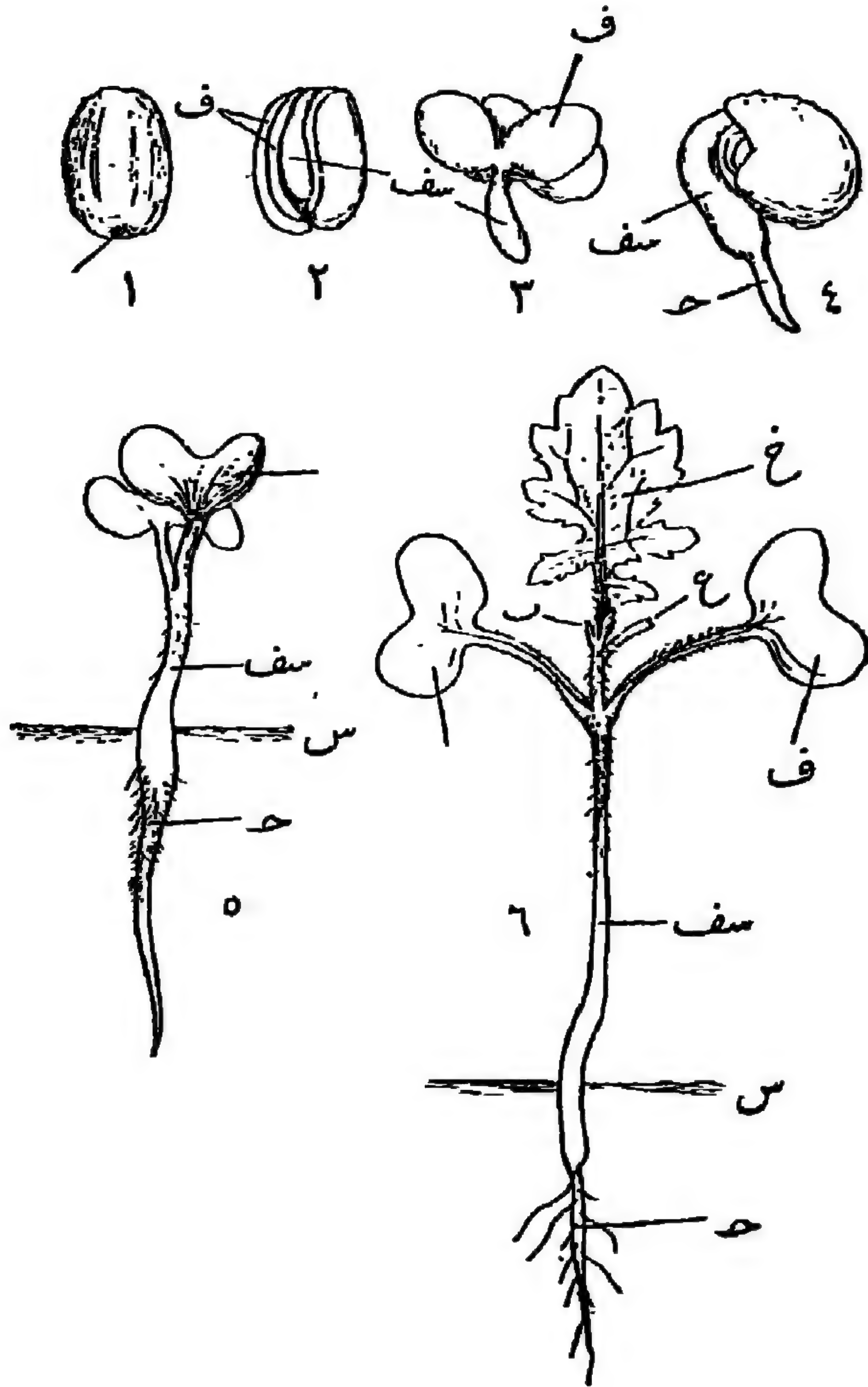
أما وضع الجنين فى البزرة وحجمه النسبى ومنظر أجزائه المختلفة ، فانه يختلف فى البزور اختلافا عظيما وفضلا عن هذا فان نمو النبات فى خلال الانبات وبعده ليس واحدا فى جميع الأحوال . ولا بد والحالة هذه من ملاحظة بعض الشائع والأهم من وجوه التخالف .

الحردل — تشتمل بزرة الحردل على جنين شبيه بجنين بزرة الفول مكوّن من جذير وريشة وقلقتين . وهاتان الفلقتان المتضامتان أرق جسما بالنسبة لحجم بذرة الفول وبهما فجوة أو فريضة (Notch) عميقة كما يشاهد فى شكل (هـ) أما الجذير فمتحن وراقد فى ثنية الفلقتين اللتين توجد فيهما الريشة صغيرة حتى لا تكاد ترى .

وعند الانبات تجد أن الفلقتين تخرجان من الغلف خروجا تاما وتندفعان الى سطح الأرض (بدلا من بقائهما داخل غلاف البزرة واستقرارهما تحت الأرض كما هو حال بزرة الفول العريضة) ثم يكبر حجمهما فى الوقت نفسه ويصيران خضراوين كالأوراق المعتادة . وهما أول الأوراق الناعمة من بادرة نبات الحردل .

وبعد وقت قصير تخرج الريشة من بين الفلقتين وتكون ساقا توجد عليها الأوراق الخشنة المعتادة مجزأة وقد انبسطت قبل ذلك شيئا فشيئا .

تج ١٠ : اتقع بعض بزور من الحردل ثم الفحص بناءها ولاحظ على الأخص كيف يجتمع الجنين فى داخل كل منها . دع بعضها ينبت وينمو مدة أسبوع أو أكثر على خرقة رطبة ثم الفحص فى مختلف أدوار نموها مع ملاحظة الفلقات المفترضة المخروزة وما معها من ريشة صغيرة وسويق جنينية سفلى بيّنة وما بين هذه السويق والجذر من الاقتران التام .



(شكل ٥)

(١) بذرة الخردل الأبيض . (٢) جنين مطوى كما يرى بعد إزالة الغلاف البزري (٣) الجنين غير مطوى . (٤) البزرة في حالة الانبات . (٥) بادرة حديثة . (٦) بادرة عمرها أسبوع
 ف = الفلقتان أو الورقتان الناعمتان ؛ سف = السويق الجنينية السفلى ؛ ح =
 الجذير والجذرا الابتدائي ؛ خ = الأوراق الخوصية الأولى (الأوراق الخشنة) ؛ ع = عتق
 ورقة أخرى مثل خ بعد إزالة النصل ؛ ب = البرعم الطرفي أو الانتهاء ؛ س = سطح الأرض

٩ — تسمى الفلقات التي تبقى تحت سطح الأرض "بالفلقات الأرضية" (Hypogean) أما الفلقات التي تخرج فوقه فتسمى "الهوائية" (Epigeal) والذي يعين موضع هذه الفلقات هو المقدار النسبي من نمو السويق الجنينية السفلى والسويق الجنينية العليا. فإذا نمت السويق الجنينية السفلى بقوة في خلال الانبات أو بعده فإن الفلقتين تتدفعان فوق سطح الأرض فأما إذا نمت السويق الجنينية العليا وحدها فترتفع الريشة فوق سطح الأرض وتبقى الفلقتان تحت سطحها في الموضع الذي وضعت فيه البزرة. هذا والسويق الجنينية السفلى من بزرة الفول العريضة قصيرة جدًا كما أن النقطة التي تنتهي إليها تلك السويق ويبتدئ عندها الجذر غير معينة تمام التعيين. أما في بادرة الخردل فنجد أن النقطة التي تفرق بين الجذر والساق متفخمة قليلا ويسهل تمييزها (شكل ٥).

١٠ — جميع النباتات التي تكون أجنحتها بكتين بزرة الفول والخردل تشمل على فلتين، وهذه تعرف "بذوات الفلتين" (Dicotyledons) ومنها تتألف رتبة كبيرة بيّنة من النباتات الزهرية أو البزرية.

١١ — ان ما ذكر من البزور لا يشمل داخل غلفها البزرية على شيء غير النبات الجنيني الذي يتوقف نمو جذره وفرخه على المواد المخزونة في بعض أجزاء جسمه، ولا سيما في الفلتين. ويصدق هذا حتى في البزور التي تكون كبزور الخردل أي التي تكون فلتا الجنين فيها رقيقتين. وهناك عدد من النباتات كالخروع والبنجر والبطاطس له بزور بها مستودعات من الزاد داخل الغلاف البزري ولكنها خلق من الجنين وفتتيه وان كانت تابعة لذوات الفلتين.

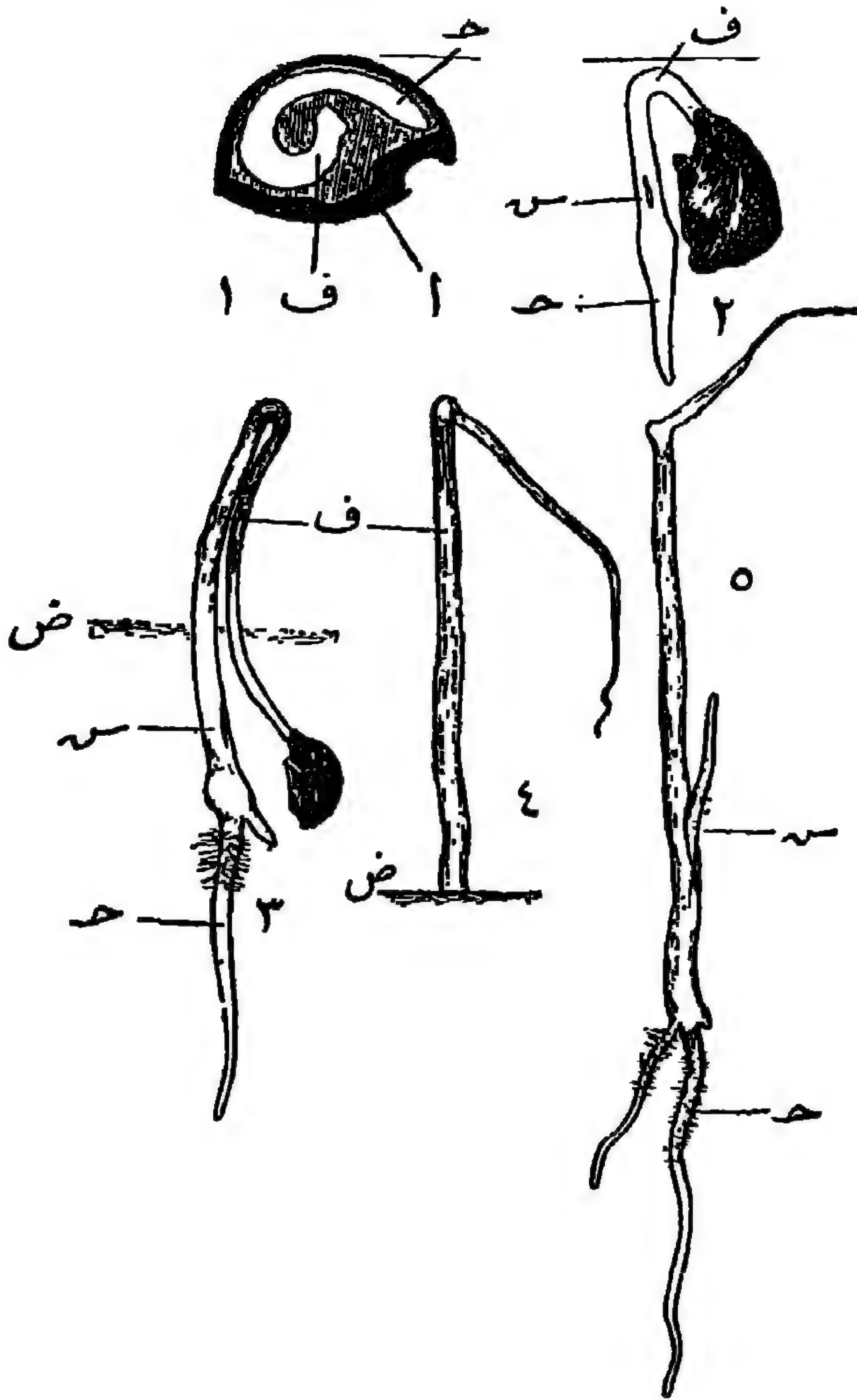
ويعرف ذلك الغذاء المختزن المنفصل مهما كان تركيبه الكيميائي "بالأندوسپرم" (Endosperm) وتسمى البزور التي تخزن هذا الغذاء "بالبزور الأندوسپرمية" (Endospermous) أما البزور التي كالقول والبازلاء والحبان والخردل واللفت

وهى التى ليس بها غذاء منفصل مخزن فتعرف "بالبزور عديمة الأندوسپرم" (Exendospermous) .

١٢ — ومن البزور الاندوسپرية الشائعة ما يشتمل على أجنة ليست من ذوات الفلقتين وهذه يختلف بناؤها من وجوه عدة عن بناء البزور التى سبق ذكرها ومن خير الأمثلة على ذلك البصل .

البصل — بذرة البصل سوداء بيضية الشكل تقريبا أحد جانبيها محدب والآخر يكاد يكون مستوى وكل واحدة منها تشتمل على اندوسپرم وجنين معقوص فى الداخل كما يرى فى رقم ١ . شكل (٦) وعند ما يتبدى الانبات نجد أن الجزء المنحنى (ف) المنغرس فى وسط الاندوسپرم ينمو ثم يدفع الطرف (ح) من الجنين خارج البذرة . ومن هذا الطرف الظاهر الذى هو الجذير يخرج وينمو جذر أولى نحيل مستقيم يرى امتداده عند تقطى ٣ ٦ ٥ من شكل (٦) .

ينمو جزء البادرة الصغيرة الذى يمتد من الجذر الى داخل البذرة فى أول الأمر بسرعة شديدة وينحن انحناء ظاهرا (رقم ٢ ، شكل ٦) ثم يظهر فوق الأرض على شكل عروة مقفلة كما فى (ف) ولكن بعد ازدياد النمو يشاهد أن الطرف الذى بداخل البذرة يخرج من التربة ثم ينمو قائما فى الهواء . وتتغير القمة التى بداخل البذرة وتمتص الاوندسپرم ثم تظل كذلك عادة حتى تنتقل جميع المادة الغذائية منها الى شتى مراكز النمو فى النبات الصغير وبعد نفاد الزاد المخزن تذبل القمة وتتفصل عن الغلاف البزرى . أما فى الأراضى المفككة الخوارة فان الغلاف يخرج فوق سطح الأرض قبل أن ينفذ الاندوسپرم ثم يبقى فوق طرف القمة مدة قليلة واذا كانت التربة أكثر رطوبة وأشدّ صلابة فى طبيعتها بقى الغلاف البزرى تحت الأرض بته .



(شكل ٦)

(١) قطاع من بزره بصل . (٢) انبات البزره . (٣) بادرة حديثة . (٤ و ٥) مثل (٣) إلا أنهما أكبر بآيام قليلة . يرى في (٣) وفي (٥) جذر ثانوى .
 ح = الجذير والجذر الابتدائى ؛ ف = فلقه ؛ ش = شق فى الفلقة تخرج منه أول ورقة
 خوصية للبادرة ؛ ا = اندوسپرم البزره ؛ ض = أرض

أما جزء الجنين المنحنى الذى يظهر فوق الأرض فهو ورقة وهذه الورقة هى فاقعة الجنين . وهى فى حقيقتها ورقة رقيقة مجوفة مثل أوراق نبات البصل التام النمو تكون الريشة فى باطنها وهذه الريشة تتكون من سلسلة أوراق مجوفة مخروطية الشكل داخلية بعضها فى باطن بعض . وعند نقطة اتصال الجذر بالفلقة تماما توجد قطعة غليظة تدل على المكان الذى به الريشة وفوق هذا بمسافة قصيرة يوجد شق ضيق جدًا (ش) تخرج منه أول ورقة خضراء للريشة (ش ٦ ٥ ٥ شكل ٦) . وبعد خروج الورقة الأولى تتلوها الأوراق الأخرى بسرعة وتظهر الأوراق الصغيرة بترتيب منتظم مخترقة شقوقا صغيرة فى جوانب الأوراق التى سبقتها مباشرة فى الظهور .

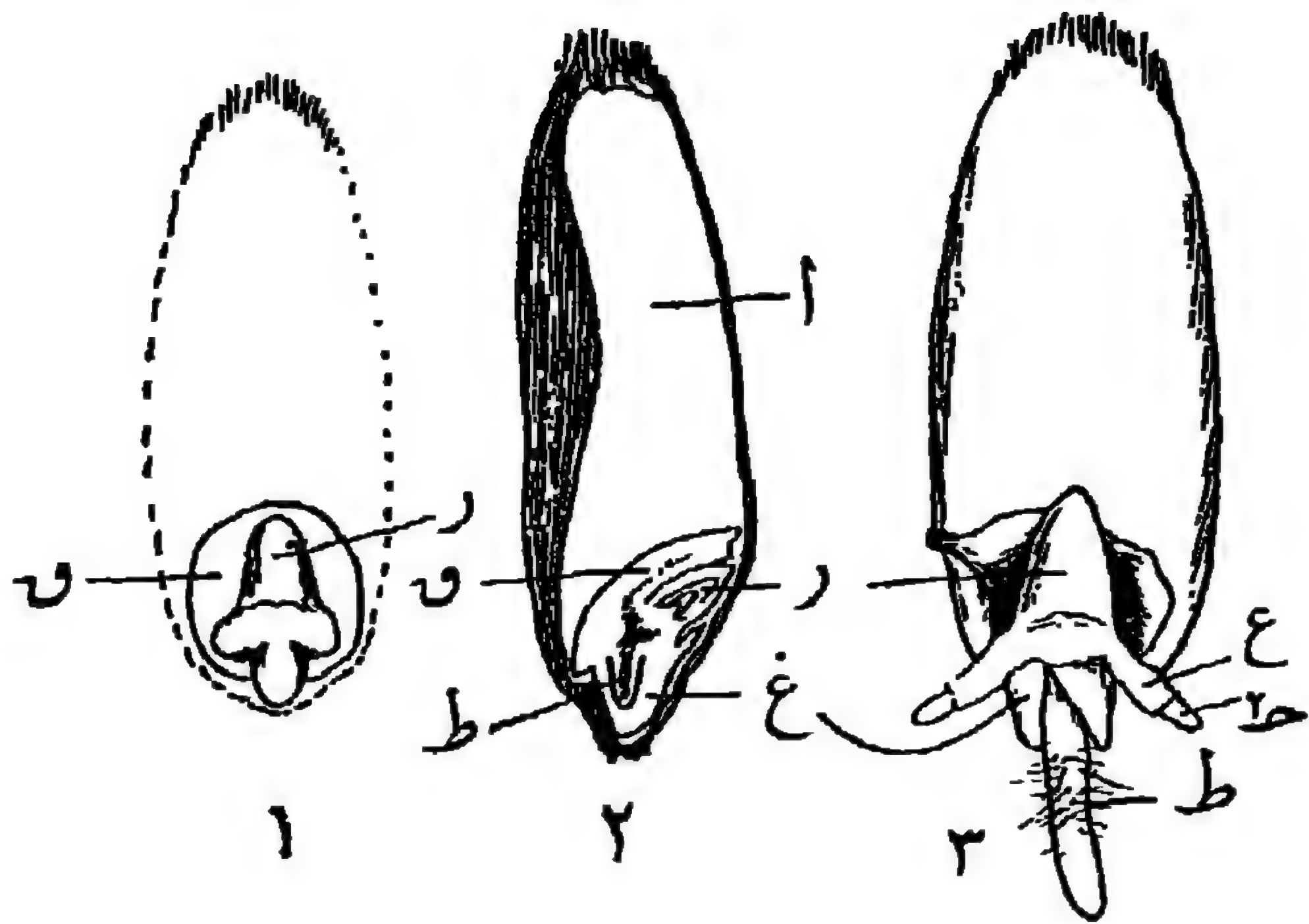
تج ١١ : إنقع فى الماء بزورا حديثة من بزور البصل بضع ساعات ثم اقطع بعضها بموسى قطعا موازيا لجوانبها المستوية لكى تظهر الجنين الذى بداخلها (كما فى رقم ١ . شكل ٦) .

استنبت بزورا أخرى على ورقة نشاف رطبة ودعها تنبت واترك بادرثها تتموقيد عن هذه البزور ملاحظات فى أدوار النمو المختلفة . راقب انبات البزور المزروعة فى صناديق أو اصص بها شئ من تربة البساتين المعتادة .

١٣ — تعرف النباتات التى يشمل جنينها على فلقة واحدة "بذوات الفلقة المفردة" (Monocotyledons) وهذه تكون الرتبة الثانية الكبرى من النباتات البزرية وقليل من المتداول بيننا من نباتات هذه الرتبة ماله بزور حقيقية من الكبر بحيث يمكن فحصها ولكن ربما كان البصل من أحسن الأمثلة الشائعة الحدوث التى يمكن عدها مثلا حقيقيا لذوات الفلقة المفردة كما أنه من السهل الحصول عليه . وجميع النجيليات (Grasses) تابعة لهذه الرتبة ولكن بزورها وأجنثها تختلف من وجوه عدة عن بزور البصل وأجنثها اختلافا كبيرا ولذلك يحسن بنا أن نفحص واحدة منها بالتفصيل .

الحنطة — حبة القمح الذى يمكن اتخاذها مثالا ليست بذرة وانما هى صنف من الحوزة (Nut) بها بذرة مفردة فى باطنها وتنمو هذه البذرة حتى تملأ الحوزة تماما وتصبح متصلة بجدارها الداخلى . ولا يشغل الجنين إلا جزءا صغيرا من الحبة أما الباقي فيشغله اندوسپرم البذرة النشوى . (رقم ٢ . شكل ٧) . وتسهل رؤية الجنين عند قاعدة الحبة المنقوعة على الجانب المقابل للقناة وعند ما يستأصل يكون منظره كما فى رقم ١ . شكل (٧) . أما جزؤه الذى بالقرب من الاندوسپرم فهو مستوى وشحم نوعا وشكله كشكل الترس ويسمى "القصة" (Scutellum) ويتصل بالجزء الامامى من القصة (١) شئ هو الريشة وهى تشتمل على برعم مكون من ساق قصيرة جدا تعلوها أوراق غمدية الشكل يضوى بعضها بعضا ويشتمل الجنين عادة على ثلاثة جذور ويشاهد الجذر المتوسط منها عند ط رقم ١ . شكل (٧) وهو الجذر الابتدائى . يحيط بها جميعها غلاف أو غمد متصل بالقصة ولذلك لا ترى تلك الجذور من الخارج ومع ذلك فموضعها معلم بثلاثة نتوءات بارزة ويعرف الغمد (Sheath) المحيط بالجذور بغمد الجذير (Coleorhiza) وعند ما يبتدىئ الانبات يتمدد غمد الجذير ويمزق أغلفة الحبة وفى نفس ذلك الوقت تقريبا تخرج الجذور مختقة غمدها . واذا زرعت حبة الحنطة فى الأرض بقيت فى الموضع الذى تزرع فيه إلا أن الريشة تنمو ضاربة الى أعلى وتظهر فوق الأرض على ورقة مفردة أنبوبية الشكل باهتة اللون ومن شق فى قمة هذه الورقة يبدو على عجل أول "نصل" (Blade) أخضر مستوى (خ . شكل ٨) ثم تتبعه أوراق خضراء مفردة متوالية الظهور وتنمو الأوراق الصغرى من داخل الأوراق الكبرى بترتيب منتظم .

تج ١٢ : اتقع بعض حبوب من حبوب الحنطة فى الماء حتى تنتفخ ثم لاحظ النقط الآتية :
القناة (Farrow) الممتدة على ظهر الحبة — القمة الزعيرة والجانب المقابل للقناة . أبقها رطبة مدة يوم واحد . أما الجنين وهو يشاهد بسهولة من خلال الغلاف نصف الشفاف فانه يمكن استئصاله بأن

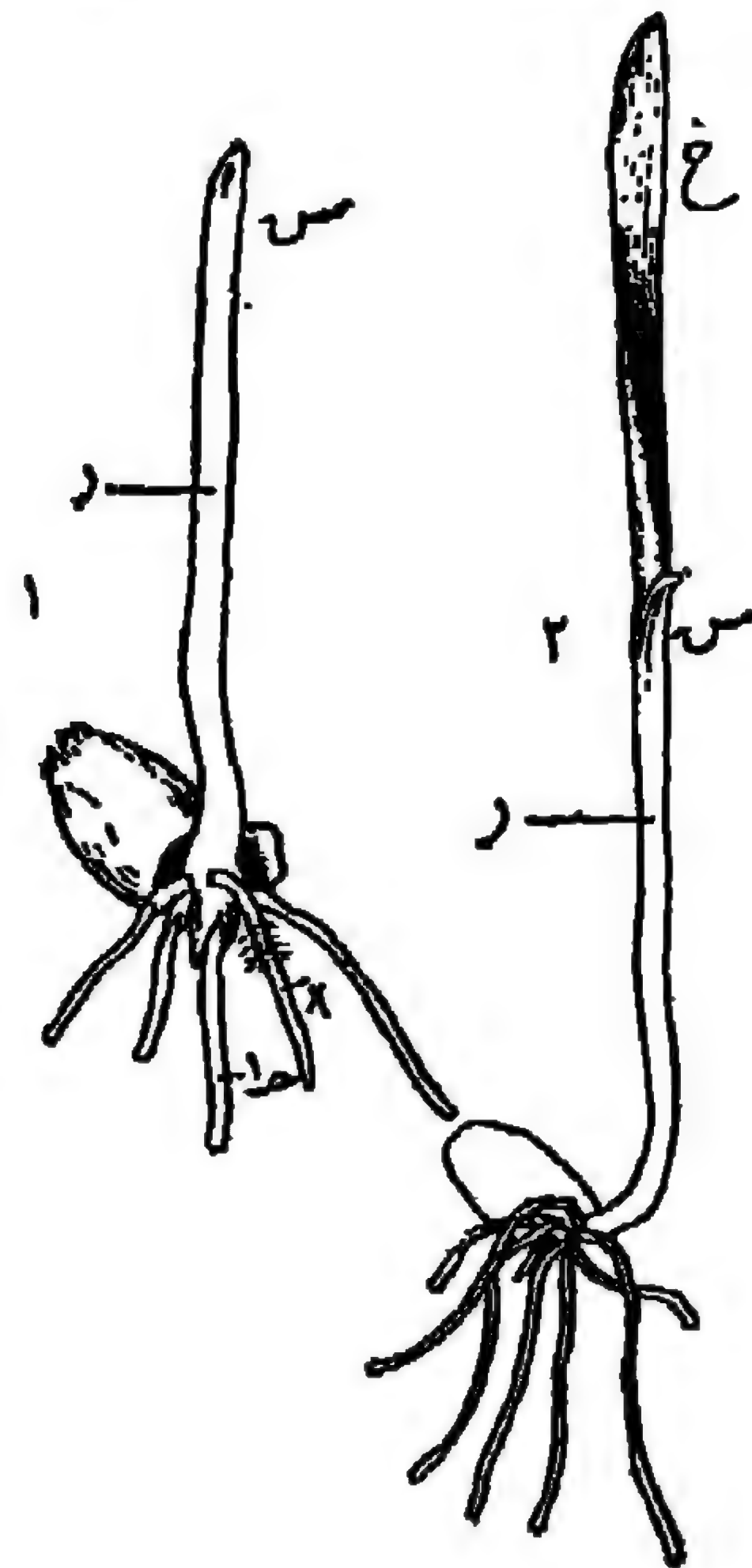


(شكل ٧)

(١) رسم لحبة القمح يرى موضع الجنين وشكله . (٢) قطاع طولى فى حبة القمح (٣) حبة قمح فى حالة انبات .
ق = قصعة ؛ ر = ريشة الجنين ؛ ح^١ الجذر الابتدائى ؛ ح^٢ = الجذر الثانوى ؛ غ =
= الغلاف الجذرى ؛ ا = أندوسپرم .

(شكل ٨)

(١) بادرة نبات قمح .
(٢) بادرة عمرها بضعة أيام .
ر = أول ورقة غمدية من الريشة
؛ ش = شق عند طرف ر تخرج
منه خ = أول ورقة خضراء



يشق حول فلقته المستديرة بآبرة . الفحص بناءه ثم قارنه بشكل (٦٠) . اقطع الحبة بسكين حادة أو بموسى من خلاف أى من الخلف الى الامام بحيث تقسم الحبة قسمين طويلين ثم لاحظ الاندوسپرم النشوى ولذلك شكل الجنين المنقسم وأجزاءه . ضع صحيفة مطوية من ورق النشاف الرطب على لوح مستوى ثم ضع بعض حبوب من الحنطة المنقوعة عليه وغطه بكوبه تجدد أن الحبوب تنبت ثم لاحظ تقدمها فى النمو الى الوقت الذى تظهر فيه أول ورقة خضراء وخذ الجنين واختبره فى أدوار نموه المختلفة .

اختلفت الآراء فى أى جزء من أجزاء الجنين يمكن اعتباره الفلقة فقال بعض الثقات ان القصعة هى الفلقة وقال بعضهم انها هى أول أوراق غمدية تظهر فوق الأرض ولا يكون لها نصل أخضر (ر . شكل ٨) . وقال آخرون ان أول ورقة غمدية انما هى استطالة للقصعة فمجموعها حينئذ هو الفلقة ولكن مهما يكن من الأمر فليس للحنطة إلا فلقة واحدة وعلى ذلك فهى تابعة للنباتات ذات الفلقة المفردة .

١٤ — وفى خلال نمو الجنين من حبة الحنطة يلاحظ أن الاندوسپرم يصير ألين قواما وأنقص مقداراً كلما نمت الجذور والريشة وتمددت والاوندوسپرم هذا هو الغذاء الذى يتوقف عليه حياة النبات الصغير فى خلال أدوار حياته الأولى . أما القصعة فهى كيان وظيفته تغيير هذا الغذاء المختزن وامتصاصه ونقله الى الأجزاء الآخذة فى النمو .

تج ١٣ : لاحظ لين الاندوسپرم فى حبوب حنطة منبثة وكذلك نقص هذه المادة بعد نمو البادرات . استأصل الأجنة من حبوب منقوعة نقعا جيدا ثم ضمها بلا اندوسپرم على ورقة نشاف رطبة . وارك بعض حبوب سليمة من الحبوب المعتادة لتنمو معها تجد أن كلا من الأجنة التى فى الحبوب والأجنة المنزوعة منها ينمو غير أن هناك فرقا عظيما فى النتيجة التى تشاهد بعد بضعة أيام .

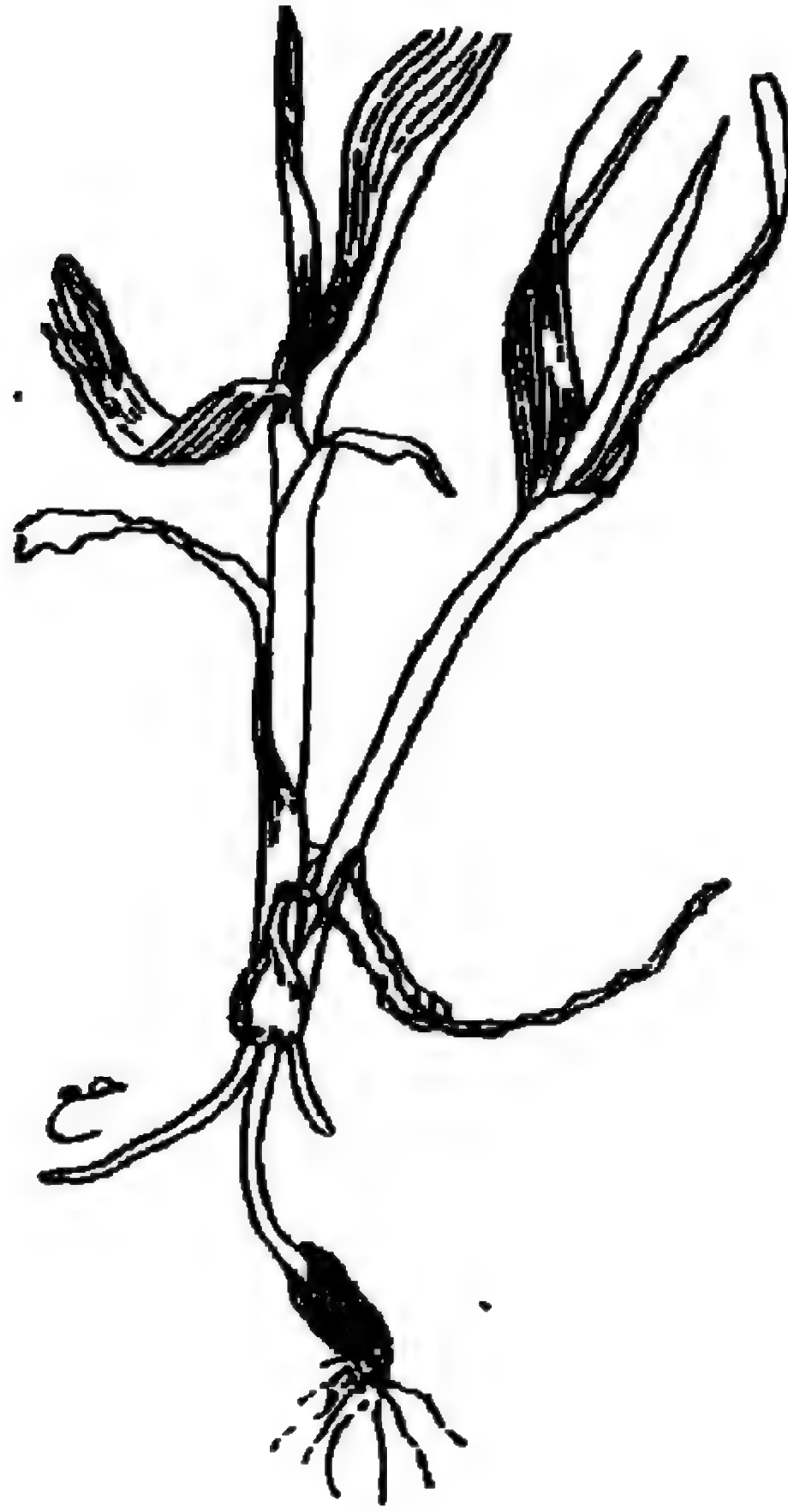
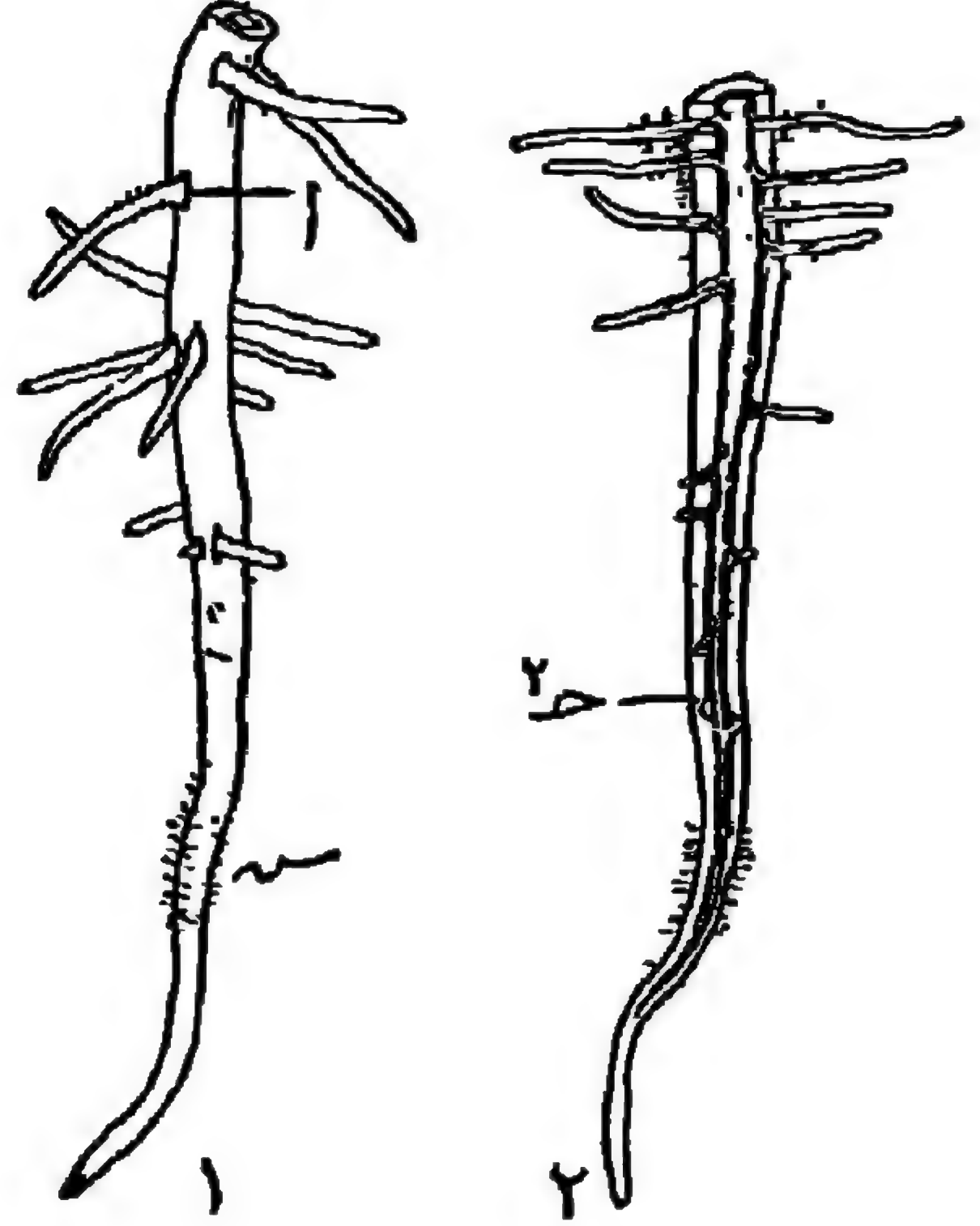
١٥ — إن مخزون الغذاء الذى يتوقف عليه الانبات " حين النبات من تكوين جذور وساق وبضع أوراق كما يشاهد عند مائة ك البزور لتثبت على خرقة رطبة أو على قطعة مثلها من ورق النشاف الذى لا يمكن أن تمتص الحبوب منه شياً سوى الماء . هذا النمو الأول لا يحتاج الى مواد غذائية ولا الى الأسمدة بل تثبت البزور وتتمو البادرات مدة طويلة فى الأراضى الضعيفة أو الرملية كما تنمو فى الأرض الجيدة الخصبة ويجرد نفاذ الغذاء المختزن تظهر عليها علائم الجوع . فاذا لم تزود النباتات بالمواد الغذائية التى توافقها من التربة والهواء وتوضع أيضاً فى ظروف مناسبة لنموها كانت عرضة للضعف والمرض .

ومن البزور الكبيرة كالقول والبازلاء حيث يوجد مقدار كبير من المادة الغذائية المختزنة ، ما تبتدى بادراته فى تكوين الغذاء لنفسها من المواد الممتصة من التربة والهواء وذلك قبل نفاذ الغذاء المختزن بمدة طويلة . أما فى البزور الصغيرة فإن الغذاء المختزن يستهلك تقريبا قبل نمو السوق والأوراق نمواً كافياً لقيامها بعملها قياماً تاماً . وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يحدث من موت تلك البزور جوعاً أو لما يقف أو يعوق ذلك النمو ولا سيما اذا زرعت البزور على عمق بعيد جداً لأن الأمر يحتاج والحالة هذه الى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق والصعود بها فى الهواء .

(شكل ٩)

(١) جذر الفولة الابتدائي، يرى
الجذور الثانوية الجانبية؛ ش = شعور جذرية

(٢) قطاع طولى لجذر ابتدائي، يرى
الأصل الارفى للجذور الجانبية



(شكل ١٠)

نبات شعير صغير بين الجذور العرضية (جمع) خارجة من أول عقدة أو كعب من الساق .

الفصل الثالث

الجذر

١ — لوحظ في البادرات التي سبق ذكرها في الفصل الثاني أن كلا منها مكون من أجزاء متميزة بعضها عن بعض هي الجذر والساق والأوراق . وأن هذه الأجزاء توجد عادة في جميع النباتات الزهرية الشائعة . بقي علينا أن نفحص كلا منها على حدته فخصا مفصلا .

٢ — الجذور الابتدائية والثانوية — قد لوحظ عند البحث في بادرة الفول أن طرفيها ينحوان دائما في اتجاهين متضادين ؛ يمكن اعتبار البادرة محورا ممتدا يحمل أحد طرفيه الأوراق ويظهر فوق الأرض دائما أما الطرف الآخر فلا يحمل أوراقا . طلقا ويضرب في الأرض عموديا دائما ويعرف الجزء الضارب الى أسفل "بالجذر" ولكن لا تسير كل الجذور بهذه الكيفية كما سيبين لك كما أن كثيرا من أجزاء النبات الأرضية ليست بجذور . أما ما شذ عن ذلك فسيذكر في الفصول الآتية .

أما الجذر الابتدائي الذي يشتمل عليه نبات الفول فهو محض استطالة لجذير الجنين الذي يوجد في البذرة نفسها ، ويجرد خروجه من البذرة يتجه الى أسفل ثم يستطيل بما يحدث فيه من النمو بالقرب من طرفه .

تج ١٤ : استنبت بذرة فول عريضة على خرقة رطبة ، وإذا قرب طول الجذر الابتدائي من سنتيمترين فضع عليه قطا صغيرة بعد كل واحدة عن الأخرى ملليمتر بواسطة قلم أو فرشاة دقيقة تنمى في مداد هندى ثم لف البذرة في قطعة قطن مندوف رطب واترك الجذر المعلم حرا في سيره ثم ضعها في قاع قمع من الزجاج ذي أنبوبة ضيقة بحيث يبرز الجذر المعلم الى أسفل القمع ، ثم غط القمع بقطعة من الزجاج أو من الورق المقوى حتى يمنع التبخر ثم استخرجها بعد تركها لتنمو في مكان مظلم يومين أو ثلاثة ولاحظ موضع النقط على الجذر المستطيل ثم قس المسافات التي بين هذه النقط وتبين أي جزء من الجذر نموا أكثر من سواه .

وبعد أن يطول خمسة سنتيمترات أو سبعة تجد أنه قد نشأت عليه فروع تشبه الجذر الابتدائى نفسه ، غير أنها تكون أدق منه (شكل ٩) وهذه تنمو متباعدة عن الجذر الابتدائى بحيث تعمل معه زوايا قائمة بدلا من أن تكون عمودية الى أسفل مثله وتمتد هذه الفروع الجانبية (Lateral Branches) على تلك الطريقة وذلك بنموها عند أطرافها وتسمى "بالجذور الثانوية" (Secondary Roots) ثم تكون هذه جذورا ثالثة (Tertiary Roots) تخرج منحرفة عن الجذور الثانوية وقد يستمر ذلك التفرع بهذه الطريقة حتى تتألف مجموعة عظيمة جدا من الجذور تسمى "المجموع الجذرى للنبات" (Root System).

وإذا دققنا فحص جذر بادرة تامة النمو من بواذر الفول نرى الجذور الثانوية مرتبة فى خمسة صفوف على امتداد الجذر الابتدائى وليست عديمة النظام كما يرى ذلك لأول وهلة ومع هذا فبعد بعضها عن بعض فى الصفوف ليس متساويا . وأقل ما يظهر منها يكون قريبا من الفلقتين ثم يتبعها غيرها على التعاقب وهذه تنمو عند نقط أقرب الى القمة من غيرها ومن ثم كان أصغرها سنا أقربها الى قمة الجذر الابتدائى وأكبرها دائما أبعدا وعلى ذلك يمكن تعيين العمر النسبى للجذور الجانبية المختلفة بفحص موضعها من الجذر الابتدائى ويعرف هذا النوع من التعاقب الذى يكون فيه أصغر الأجزاء أقربها الى قمة المحور الذى ينمو عليه ويكون أكبرها أبعدا منه ، بالتعاقب القمى (Acropetal Succession) .

٣ — ومن النقط التى تجب ملاحظتها أن الجذور الجانبية لا تنشأ من سطح الجذر الابتدائى بل تأتى من داخله وتعرف "بالجوفية الأصل" (Endogenous) أما الشقوق التى تحدثها هذه الجذور فى جسم الجذر الابتدائى وتخرج منها

فيمكن رؤيتها بسهولة في بادرة من الفول (رقم ١ . شكل ١٩) وإذا فحست قطعة طويلة من الجذر كما في (٢) تين لك أن الجذور الجانبية الثانوية مرتبطة بلبه المركزي الذي هو أشد صلابة من سواه .

أما الثلاثة السفلى فهي وإن كانت قد أخذت في النمو فإنها لا تكون قد اخترقت طبقة الجذر الخارجية وعلى ذلك لا يمكن رؤيتها على ظاهر هذه الطبقة .
وهذه الصورة الاشتقاقية هي على وجه الإجمال من خصائص الجذور الجانبية حيثما وجدت .

نحج ١٥ : ضع بعضاً من بزور الفول العريضة على خرقة مبللة ودعها تنبت وتنمو كما في التجربة الثالثة وراقب نشوء الجذور الثانوية ولاحظ موضعها وصفوفها الطولية على الجذر الابتدائي . اقتطع شريحة من الجذر عليها جذور ثانوية وانظر أصلها الجوفى . اقتلع من الأرض بنجرة فامية نصف نمو ثم لفته وجزرة ثم اغسل الطين عنها ولاحظ ترتيب الجذور الثانوية على الجذر الابتدائي . شق جزرة بسكين شفا مستطيلاً عميقاً من قشرتها إلى مركزها ثم اسلخ القشرة والفص المركز الذي تنشأ منه الجذور الثانوية وانظر كم صف هناك منها ؛

٤ — إن كثيراً من ذوات الفلقتين له جذور مشابهة لجذور نبات الفول . فإذا استمر الجذر الابتدائي في النمو كما في هذه الحالة مع بقائه أكبر من الجذور الجانبية فإنه يسمى "بالجذر الوتدي" (Tap root) وأحسن الأمثلة على ذلك في النباتات المزروعة جذر الجزر والبنجر والخردل والبرسيم والخشخاش وغيرها من أعشاب عدة وكذلك جذر معظم الأشجار ذات الأوراق العريضة .

ومن النباتات عديد له جذور متفخخة شحمة فيها تخزن المواد الغذائية لاستعمالها في المستقبل وتسمى هذه "بالجذور الدرنية" (Tuberous) وهذه غير الدرنات إذ الدرنات هي سوق أرضية شحمة .

ولتمييز الأشكال المختلفة من الجذور الغليظة استعملت نعوت شتى خاصة بكل منها فالجذر النموذجى من الجذر هو مخروطى الشكل (Conical) وجذر اللفت يسمى "الجذر اللفى الشكل" (Napiform) ويقال لجذر الفجل "مغزلى الشكل" (Fusiform) وفى بعض الأحوال تجارى الفروع فى الحجم الجذر الابتدائى الذى نشأت منه بل ربما توقف هذا الجذر عن النمو . وإذا اقتلعت النباتات التى جذورها من هذا القبيل تكون كرزمة من الجذور الناملة أظهر مافىها أنها واحدة فى القطر والطول تقريبا ويعبر عن هذه الجذور "بالجذور الليفة" (Fibrous) وأحسن مثال لها جذور النجيليات .

٥ — الجذور العرضية — تختلف جذور ذوات الفلقة المفردة من النباتات فى تكوينها عن ذوات الفلقتين وذلك أن الجذر المفرد الابتدائى من البصل مثلا لا يمكنه إلا زعنا قصيرا ثم يتبعه آخر من الجذور التى لاتنشأ من الجذر الابتدائى بل تنشأ من ساق النبات الشديدة القصر وتسمى الجذور التى تخرج من السوق والأوراق أو من الأجزاء المختلفة من جذور النباتات دون أن يكون تعاقبها قويا "بالجذور العرضية" (Adventitious Roots) وهى شائعة فى ذوات الفلقة المفردة من نباتات الحقول والبساتين ويمكن اعتبارها أهم الجذور التى تشتمل عليها تلك النباتات . وفى الحنطة مثلا يشتمل جنين الحبة على ثلاثة جذور . أما فى الشعير فيشتمل على خمسة أو ستة على أن هذه مؤقتة فائدتها مقصورة على أدوار النمو الأولى وإذا ما أظهر نبات الحنطة أو الشعير بعض أوراق فوق الأرض تجد أن جذور الجنين الابتدائى قد خلفتها جذور عرضية تثبت من عقد الساق السفلى بالقرب من سطح الأرض (شكل ١٠) والجذور العرضية ان كانت غير مقصورة على ذوات الفلقة المفردة من النباتات وان كانت شائعة فيها فان هنالك فى كثير من أنواع النباتات ذوات الفلقتين

أمثلة عديدة ومن أحسنها ما نجده على (Underground stem) السوق الأرضية من النعنع والبطاطس وكذلك على مداد (Runner) الشليك وعلى سوق كثيره غيره من النباتات وتبدو هذه الجذور في العادة عند العقد التي تنمو منها الأوراق على الساق وربما نشأت في بعض النباتات (في مداد الشليك مثلا) عن عوامل داخلية لا دخل فيها للتأثرات الخارجية و يتوقف نموها في بعضها على ملامسة الساق للماء أو للتربة الرطبة . وقد يمكن جعل جميع أجزاء بعض النباتات قادرة على إنتاج تلك الجذور ومن النباتات كثير مثل الكرم والبلارجونيوم يتوقف توليده على عقل وقطع منها . وإذا وضعت قطع الساق التي تقطع من أسفل الورقة مباشرة في أرض رطبة فانها تنتج جذورا عرضية بسرعة بالقرب من الطرف المقطوع . ويستفاد من تكون هذه الجذور في تكثير النباتات بواسطة الترقيد .

تج ١٦ : الفص جذور مداد الشليك وكذلك جذور الفراخ الصغيرة للكدراجلكس والتي تكون على السوق الأرضية من البطاطس والنعنع وعلى ما يكون قريب الأرض من سوق الحنطة والشعير والذرة . لاحظ موضع هذه الجذور وعددها وامتدادها والفص جذورا تكون على أى عقل يمكن الحصول عليها ولاحظ أيضا ما اذا كانت هذه الجذور تنشأ على السطح المقطوع أو عند نقطة بعيدة عنه بمسافة ما .

والجذور العرضية تكون في العادة رفيعة ليفية ولكن جذور البطاطا الحلوة جذور درنية .

٦ — وتختلف المجاميع الجذرية في امتدادها اختلافا عظيما ولكن مجموع الطول في جميع الأحوال أعظم بكثير مما يقدر فقد قيس في العادة طول المجموع الجذري في نبات الحنطة الذي عمره سنة واحدة فوجد أن مجموع طول الجذور يبلغ ٥٠٠ الى ٦٠٠ متر . وقد اقتلعت الريح شجرة فظهر أن بها من الجذور

الغليظة ما يشابه أفرع التاج الغليظة وأنه من هذه تتفرع جذور أكثر منها عددا نسيجها أدق من نسيج تلك ومع هذا فإن العدد الأعظم مما تشتمل عليه الشجرة من الجذور بقى فى الأرض بشكل جذيرات دقيقة جدا تمتد الى الخارج بمقدار امتداد الفروع والأوراق على الشجرة أو أكثر من ذلك بقليل ولكن فى بعض الأحيان تمتد بمقدار أكثر من ذلك بكثير . وليست الجذور مقصورة على النمو أفقية قريبة من سطح التربة وإنما تمتد كذلك الى أسفل وقد وجد فى أحوال فريدة أنه حيث يحصل من الهواء على مقدار كاف بواسطة الشقوق والفجوات تضرب الجذور فى الأرض أمتارا عدة ولكن أطول الأشجار فى الجملة قلما تضرب جذورها فى الأرض الى عمق أكثر من مترين ونصف واعلم أن قلة الهواء ووجود المواد الفاسدة المضرة فى الطبقات السفلى من الأرض يعوق تقدم النمو فى ذلك الاتجاه .

وفى كثير من النباتات نجد أن كل سنتيمتر مكعب من التربة التى تظاها هذه النباتات تشتمل على جذيرات دقيقة رقيقة وأن امتداد التفرع فى جذورها لا يمكن ادراكه إلا نادرا وذلك لأن جذيراتها الرقيقة تتقطع بسهولة حينما يقلع النبات أو تعبت به الأيدي ولكثير من أشجار الغابات عادة طبيعية هى ارسال جذورها فى الأرض على مسافة أقدام عدة ومن أشجار الفاكهة التى من هذا القبيل والتى تحتاج الى تربة عميقة لكي تنمو نموا حسنا شجرة المشمش وبعض الأشجار تحفظ مجموعها الجذرى بالقرب من سطح الأرض ثم تنتشر أفقية فيها كالتين .

أما السفرجل الذى يستعمل كأصل يطعم عليه الكثيرى فله جذور تبقى فى الطبقات العليا من الأرض وعادة وجود الجذور قريبة من سطح الأرض بينة واضحة فى التفاح البلدى وهو الذى يطعم عليه التفاح الآخر .

ويضرب المجموع الجذرى من نبات الحنطة فى الأرض الى عمق أكثر من المجموع الجذرى من الشعير وترسل جذور البنجر الطويلة جذيراتها الدقيقة فى طبقات الأرض الى عمق أبعد من جذيرات الكرنب واللفت ويضرب البرسيم الججازى جذوره فى الأرض الى عمق أبعد من جذور البرسيم البلدى . هذا وجميع النباتات تقريبا عادات خاصة متميزة بعضها عن بعض من هذه الوجهة .

٧ - إن صفة نمو الجذور وامتدادها لا يتوقفان بته على نوع النبات ولكنهما تتأثران تأثرا كبيرا بالظروف الخارجية والعوامل المحيطة بها كتركيب نوع الأرض ومقدار ما بها من الماء . واعلم أن الأراضى العميقة المفككة والأراضى الرملية الرخوة يكون المجموع الجذرى فيها أكبر منه فى نبات مماثل له نام فى أرض صلبة ثقيلة . أما فى الأراضى التى ليست متشعبة بالماء فإن ازدياد الرطوبة فيها لدرجة ما يزيد تفرع الجذر . ومن أحسن الأمثلة على تأثير الماء تعزيزه كمية عظيمة من الهواء ما يرى فى النباتات التى يحسن تعهدها بزراعتها فى الأصص (القصرىات) وكذلك ما يشاهد فى النباتات المزروعة بالقرب من السواقي .

ويتنوع المجموع الجذرى تنوعا عظيما أيضا تبعا لمقدار الأسمدة أو المواد الغذائية الموجودة فى التربة ونوعها فإن نمو الجذر يزداد بزيادة المواد الغذائية لدرجة محدودة لأن الزيادة تعوق النمو . ويؤثر جرع الجذور فى نمو المجموع الجذرى فإذا قطع الجذر الأصلى لكربة أو شجرة عند منطقة نموه امتنعت استطالته بعد ذلك غير أن الجذور الثانوية تعوض عما فقد بأن تنمو نموا شديدا ويغلب إذ ذاك ظهور جذور عرضية كثيرة بالقرب من الطرف المقطوع .

ولكى تزرع جميع النباتات زراعة حسنة يقتضى دراسة عادة التفرع فى جذورها وطريقتها ومعرفة النسب بين الجذر الأصلى والخليل والجذور الثانوية

وبين الفروع الدقيقة التى تنشأ منها والتى تنتشر فى الأرض فى جميع الجهات .

هذا وجدير بالملاحظة معرفة النسبة بين المجموع الجذرى الذى تحت الأرض وبين الأغصان والأوراق التى فوقها .

أما ملاءمة النباتات لشتى أنواع الأراضى ومسألة احتياجها للماء، والفلاحة التى تجب لها وتسميد النبات تسميدا مضبوطة فيعرف معرفة جيدة ، ويقدر تقديرا حقيقيا بالعناية فى دراسة هذه النقط . والزروع ذات الجذور الأصلية مثل البنجر الطويل والجزر تحتاج أن تخدم تربتها خدمة جيدة الى عمق عظيم من الأرض .

أما النباتات ذات الجذور التى تكون فى الطبقة السطحية من الأرض مثل الشعير فيمكن زرعها فى تربة أرق من تلك ويصدق هذا على الكمثرى المطعمة على السفرجل والتفاح المطعم على النوع البلدى منه . ومثل هذه النباتات اذا سمد سطح تربتها بسماد قابل للذوبان كانت أسرع من النباتات ذات المجموع الجذرى الضارب فى الأرض الى عمق بعيد فى استفادتها منه وفى تملكها الحياة .

تج ١٧ : يجب على الطالب أن يحفر جذور بعض عينات من النباتات الحقلية المهمة وينمحصها ولا سيما من وجهة شكلها العام وعليه أن يتأمل امتداد جذور الأعشاب الشائعة فى الغيطان وفى المراعى .

إبدأ بفحص البوادر الصغيرة التى يسهل الحصول عليها سليمة كاملة وانظر هل يوجد لها جذر أصلى أم لا ؟ والفحص التفرع فى جذوره والعمق الذى تصل اليه فى الأرض ثم امتدادها الأفقى .

٨ — الشعيرات الجذرية — يشاهد فوق جذر بادرة الفول التى تثبت على خرقة رطبة أو على قطعة من ورق النشاف حزام من الشعيرات الدقيقة

بيضاء اللون حريرية وهذه تسمى "بالشعيرات الجذرية". ولا توجد عند نهاية الجذر مطلقا بل تنشأ على مسافة ما خلف منطقة النمو . وكلها طال الجذر ماتت الشعيرات الجذرية التي فوق الأجزاء الكبيرة وانقلبت سمراء اللون ونمت شعيرات أخرى فوق الأجزاء التي تليها في السن وعلى ذلك فالجذر يكون جميعه مغطى بهذه الشعيرات الرقيقة الشفافة وراء طرفه بمسافة صغيرة مهما يكن من طوله وحجمه .

واذا ظهرت الجذور الثانوية نشأت عليها الشعيرات الجذرية على الطريقة السابقة واتبعت في نموها عين النظام الذي سارت عليه شعيرات الجذر الابتدائي ويتوقف حجم الشعيرات ووفرته على نوع النبات وعلى مقدار الرطوبة المحيطة بالجذر . فالنباتات النامية في الأماكن الشديدة الرطوبة أو المغمورة بالماء لا يكون بها من الشعيرات الجذرية إلا القليل وقد لا تكون فيها شعيرات جذرية مطلقا . ويعاق نمو هذه الشعيرات في الأراضي الشديدة الجفاف وأكثر ما تكون هذه الشعيرات الجذرية في الأراضي المعتدلة في رطوبتها .

وقد وجد أن إمداد الأرض بكمية وافرة من الحيز يزيد عدد الشعيرات الجذرية وطولها في كثير من النباتات . والشعيرات الجذرية كالكائنات جوفاء البناء شبيهة بالأنايب وهي غير الجذيرات الصغيرة الدقيقة بل هي استطالات من سطح الجذر (شكل ٦٢ ٦ ٦٨) ومهمتها امتصاص الماء من الأرض وما زاد فيه من المواد المختلفة . والشعيرات الجذرية في النباتات النامية في الأرض متصلة بجزئيات التربة اتصالا كليا وهي من رقة الجسم بحيث يكاد يكون من المحال انتراع نبات من الأرض بدون اتلافها .

نتيجة ١٨ : استنبت بزررا من الفول والخردل وحبوب الشعير والحنطة في خرقه رطبة ثم افحص الشعيرات الجذرية النامية على الجذور الابتدائية ولاحظ دقتها ثم موضعها وطولها وكثرتها .

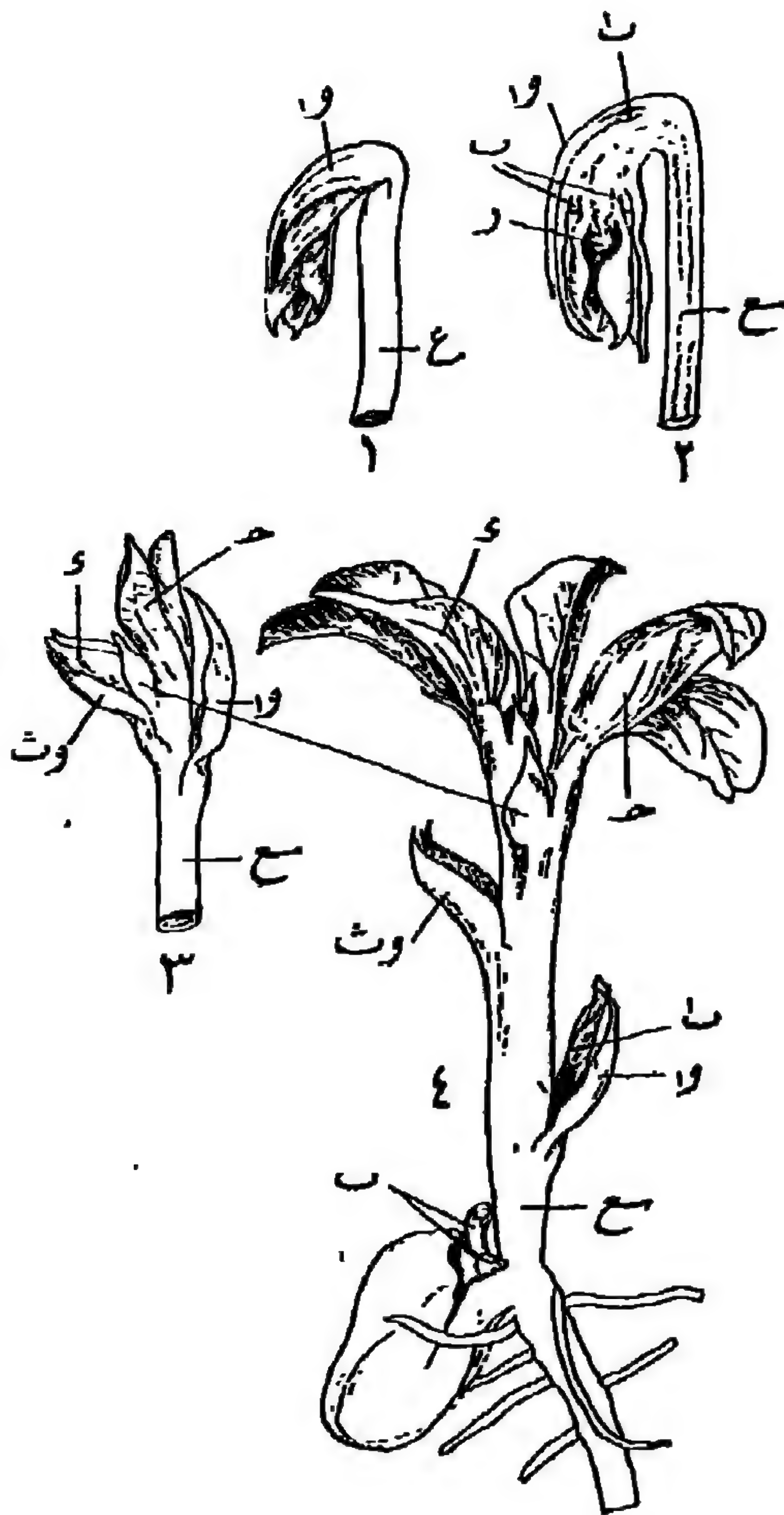
تعتبر هذه الشعيرات الجذرية من أهم الأعضاء التى تشتمل عليها النباتات وان كانت من الصغر بحيث لا تكاد ترى إذ أن جميع المواد الغذائية التى يحصل عليها النبات من الأرض وكذا الأسمدة فيها إنما تمتص بواسطة الشعيرات الجذرية وبها يتروّد النبات دائماً بما يحتاج اليه من الماء ، ولذلك يترتب على تلفها عند شتل النبات أو عند حدوث أى عارض يعوق نموه وعمله كشدة جفاف التربة أو سوء تهويتها نقص فى مقدار ما يستمدّه النبات من الماء يعقبه ذبول واضح .

الفصل الرابع

الفرخ الخضرى (Vegetative Shoot)

السوق والأوراق والبراعم

١ - قد لوحظ فيما سبق أن بادرة نبات الفول تشتمل على جزء ضارب فى الأرض هو الجذرو على جزء صاعد فوقها وهذا يعرف بالفرخ الأصلى وهو يشتمل على محور يسمى "الساق" وفوق تلك الساق متسق من زوائد (Appendages) جانبية تسمى "الأوراق". أما النقط التى فوق الساق والتى تتصل بها الأوراق فهى غليظة نوعاً وتسمى "العقد" (Nodes) ومسافات الساق التى بين كل عقدة وأخرى تسمى "السلاميات" (Internodes) واعلم أن نشوء الأزهار لا يكون إلا فوق الفرخ كما أن من مميزات النباتات البزيرية أن يكون تولد البزور فوق الفراخ دون الجذور وسنضرب عن الكلام فى الأزهار فى هذا المبحث صفحاً ونوجه العناية الى الفرخ الخضرى أو الساق الحاملة أوراقها المعتادة الخضراء من حيث أصله وطبيعته .



(شكل ١١)

- (١) السويق الجنينية العليا من بادرة فول مع الريشة .
- (٢) قطاع طولى منها ؛ سع = سويق جنينية عليا ؛ ر = نقطة النمو الطرفية من الريشة ؛ و = ورقة في محورها برعم ب^١ ، ب براعم في اباط الأوراق الداخلية من الريشة .
- (٣) سويق جنينية عليا فيها الريشة في حالة تفتح .
- (٤) عهد متأخر من نمو السويق الجنينية العليا بين الاتصال ببذرة الفول ؛ سع ؛ و = أول ورقة (أولية) في محورها ب^١ برعم ، و ث ورقة ثانية (أولية) ؛ ح ، د = أوراق خوصية عادية ؛ ب = براعم في اباط الفلقتين على وشك التكشف عن سوق ربما تخرج فوق الأرض .

٢ — يكون الفرخ الأصلي قصيرا جدا في الأدوار الأولى من نشوء نبات الفول وهو إذ ذاك يحمل الفلقتين أو الأوراق الابتدائية (Primary Leaves). أما طرف الفرخ الأصلي فينتهى فى الريشة والريشة برعم لا يمكن رؤية أجزائه بالعين المجردة ولكنه لا يكاد يظهر فوق الأرض حتى نجد أن البرعم مكون من ساق قصيرة مستورة بعدد من الأوراق الملفوفة ومنظره الخارجى فى هذا الدور مرسوم فى (رقم ٢ . شكل ١١) ورسم قطاع طولى منه موجود كذلك فى (رقم ٢ . شكل ١١) وإذا تقدم النمو استطالت هذه الساق القصيرة التى بداخل البرعم وانفصلت الأوراق التى تراكت عليها فى أول الأمر بعضها عن بعض . وإذا علم على الساق بعلامات كالعلامات التى سبق وصفها فى تج (١٤) الخاصة بالجذرتين أن الزيادة فى الطول تحدث عند قمة الفرخ وبعد أن يبلغ الفرخ مقدارا معيناً من الطول تقف السلاميات السفلى عن الاستطالة . أما السلاميات العليا التى هى أصغر سنا وأقصر طولاً من السابقة فتستطيل ثم تقف على نحو ما تقدمها ثم تتبعها سلاميات أصغر من سابقتها سنا وأقرب منها إلى القمة . وقد يصل طول الساق بذلك إلى نصف متر أو متر قبل أن ينقضى فصل النمو بل ربما وصل إلى أكثر من ذلك . أما القمة النهائية أو نقطة النمو (Growing point) كما يطلق عليها فإنها تبقى صغيرة السن طول الوقت وتكون بمثابة مصنع لتنمية الساق وتوليد الأوراق وهذه النقطة الرخصة الرقيقة تحميها الأوراق الصغيرة الملفوفة الناشئة على شكل زوائد من السطح الخارجى . هذا وأصغر الأوراق سنا أقربها من قمة الساق التى تحملها . أما الأوراق الكبيرة فإنها تبعد عنها بانتظام أى أنها تنشأ على التعاقب القمى ولا توجد أوراق عرضية مطلقاً .

تج ١٩ : (١) استنبت بزور فول فى أصص أو صناديق مشتملة على مخلوط من الرمل الرطب وربة البساتين .

اقطع قطاعات طويلة ثم انقص بناء الساق والبرعم الطرفى من البادرة بمجرد ظهورها على سطح الأرض .

(٢) لاحظ نمو الساق حتى وقت تفتح الأوراق الخضراء وانتشارها وانظر الحالة الأصلية فى الأوراق التى تبدأ أولاً .

(٣) ارسم علامات صغيرة على الساق بالحبر الهندى بحيث تكون المسافة بين كل واحدة وأخرى نصف سنتيمتر ثم لاحظ أى جزء يطول أكثر من سواه .

(٤) اعمل ملاحظات مثل تلك عن بادرق الخردل والبازلاء .

٣ - بينما نرى بعض النباتات الحولية كالخردل وبعض النباتات المعمرة تشبه الفول نجد أن كثيرا من النباتات تختلفها بعض المخالفة فى نمو الريشة وتقدمها فبدلاً من أن تنمو الريشة فى الحال وتصير فرخاً طويلاً مجحلاً بالأوراق المتباعدة بعضها عن بعض بمسافات صغيرة يطول المحور الأصيل الذى بداخل الريشة قليلاً وتبقى السلاميات قصيرة جداً والأوراق التى تظهر فوقه تبدو متراكمة على شكل وردة فوق موضع الفلقتين بقليل وشكل هذه الساق مع ما فيها من السلاميات القصيرة المتكشمة يكون واضحاً جداً فى أقل فصل من نمو البنجر واللفت والخزر .

وفى مثل هذه النباتات يغلظ الجذر الأصيل والسويق الجينية السفلى كثيراً بما يوزع فيها من الغذاء المختزن الذى تجهزه الأوراق ولا تستطيل نقطة النمو من الساق (تلك النقطة التى تكون مستترة فى مركز تلك الأوراق التى تشبه الوردة لتراكبها) إلا فى خلال السنة الثانية التى تكون فيها فرخاً له سلاميات طويلة ، وهذا الفرخ يحمل متسقاً من أوراق كثيرة متباعدة بعضها عن بعض بعداً عظيماً . وفى البصل وكثير من النباتات البصلية تبقى الساق الأصلية قصيرة جداً ويبقى الغذاء المختزن الذى جهزته مودعاً فى قواعد الأوراق بدلاً من الجذر والساق كما فى الأحوال السابقة (أنظر شكل ٢٢) .

أمام صفحة ٢٥

(شكل ١٢)

(شكل ١٣)

٤ — البراعم (Buds) — تنشأ سوق النباتات الزهرية وأوراقها من البراعم بالطريقة التي سبق بيانها وعليه فيمكن تعريف البراعم بأنها فراخ جنينية أو ابتدائية بنموها تصبح الأشجار التي تكون عارية في الشتاء مكسوة بالأوراق الخضراء في فصل الربيع . أما العلاقة التي بين هذه البراعم وبين الأوراق والسوق الناتجة منها فيمكن معرفتها بسهولة بفحص تركيب برعم طرفي من شجرة بلين (Plane) صغيرة (شكل ١٦) وملاحظة نمو هذا البرعم .

ويشاهد متسق من الأوراق الحرشفية (Scaly leaves) متراكبة خارج البرعم بعضها فوق بعض وهذه الأوراق تغطي نقطة النمو الضعيفة من العسلوج (Twig) وتحميها . وإذا شريح برعم على طوله تبين (شكل ١٢) نظام هذه الأوراق الحرشفية ورؤيت الأوراق العادية بداخله أيضا (ل) مرتبة على ساق قصيرة جدا (س) وفي الربيع نمو الأوراق الداخلية الحرشفية مدة من الزمن (رقم ١ . شكل ١٣) ثم تسقط بعد ذلك تاركة وراءها "ندوبا" (Scars) صغيرة حيث كانت متصلة بالعسلوج .

وتستطيل الساق (س) التي تحمل الأوراق الخضرية الابتدائية (ل) ثم تندفع من بين الأوراق الحرشفية الواقعة في البرعم . وبعد أسبوع أو عشرة أيام تبلغ الساق من الطول مبلغا كبيرا وتصبح الأوراق التي كانت ابتدائية مكسوة ومضوية في البرعم قد تبسطت ونمت مسطحة كما في شكل (١٤) .

ويتبين في البرعم عادة عدد الأوراق الخضرية التي على الفرخ النامي ولكن في بعض النباتات ولا سيما ما كانت عشبيا منها تستمر نقطة النمو في البرعم في تكوين أوراق جديدة حتى يقف نموها في الخريف .

تج ٢٠ : اقطع كرنبة على طولها شرايح .

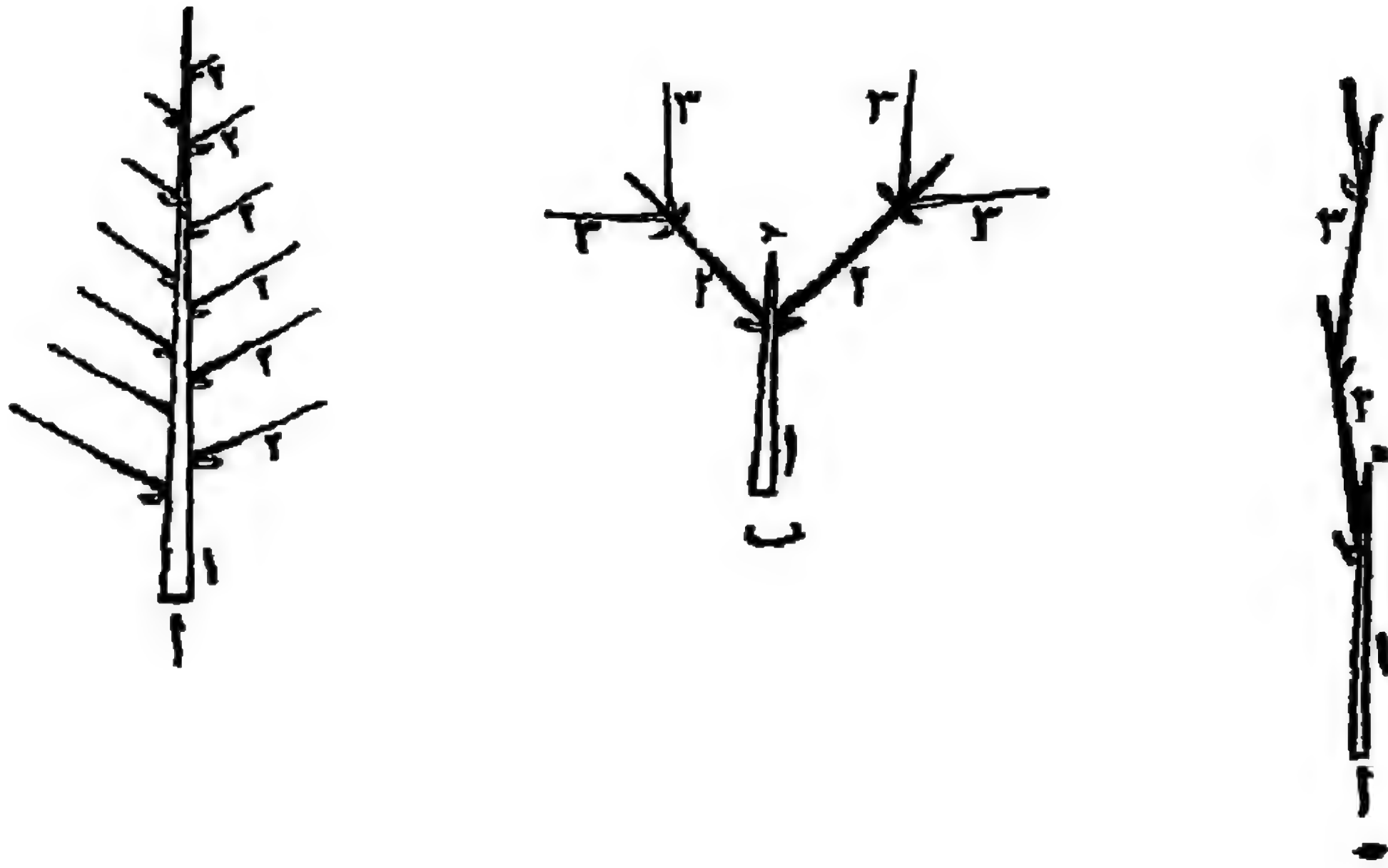
لاحظ الساق والأوراق والبراعم الابطية داخلها .

تج ٢١ : الفحص بالمدسة قطاعات طويلة من براعم شجرة الحور والجيز والتين والمنجو .

٥ - والفراخ الخضرية تنتهى عادة ببراعم طرفية (Terminal Buds) على أنه بفحص أى نوع من أنواع النباتات تقريرا يتبين لك أن البراعم لا توجد فى قمم السوق وحدها بل على جوانبها أيضا . وتنشأ هذه البراعم الجانبية فى العادة فى الزوايا العليا التى تتكون حيث تتصل قواعد الأوراق بالساق . وتسمى هذه الزوايا "بإباط" (Axils) الأوراق ويطلق على البراعم اسم "البراعم الابطية" (Axillary Buds) وأغلب ما يكون فى ابط الورقة برعم واحد ولكن ربما وجد برعمان أو أكثر .

٦ - وفى العادة تكون أول أوراق البرعم التى هى أبعدا عن الساق أو أسفلها منها ، أجساما ابتدائية التركيب أصغر حجما مما يتفتح من أخواتها بعد ذلك ومختلفة عنها فى المظهر ويلاحظ ذلك فى البرعم الأصيل من القول أى فى ريشته (شكل ١١) وفى كثير من أمثاله من النباتات العشبية وتكون أظهر وأوضح فى البراعم التى توجد على النباتات المعمرة كالشجيرات والأشجار ففى الأشجار تكون الأوراق البرعمية الخارجية على الجملة أكثر أو أقل ثبوتا وأكثر قواما وتسمى "حراشيف" (Scales) أو "أوراقا حشفية" (Scale leaves) وهذه تبقى باطن البرعم من أذى الصقيع والمطر وغيره من المؤثرات فى الشتاء . والبراعم التى لها حراشيف كبراعم الصنار (شكل ١٦) تسمى "براعم حشفية" . أما ما ليس له حراشيف مثل براعم الهبسكس فتسمى "براعم عارية" (Naked Buds) .

(شكل ١٤)



(شكل ١٥)

رسم بياني يبين : ١ = النمو غير المحدود في الساق والتفرع الراسبي أى العنقودي ؛ ب
 ، ح = النمو المحدود أو التفرع السيمي . (١ ، ٢ ، ٣) محاور النظام الأول والثاني .
 والثالث على التوالي .

٧ — البراعم التي تشبه براعم الفول والصنار التي سبق وصفها أي التي تتكشف عن فراخ تحمل أوراقا خوصية خضراء (Foliage leaves) تسمى "براعم ورقية" وإذا صودفت على الأشجار تسمى أحيانا "براعم خشبية" لأن منها تتكون عساليج خشبية جديدة على أن كثيرا من البراعم اذا تفتح أنتج أزهارها فقط وهذه تسمى "براعم زهرية" ويوجد نوع ثالث من البراعم يكون فراخا قصيرة تحمل أوراقا خضراء وأزهارا وهذه تسمى "براعم مختلطة" ويعرف النوعان الأخيران من البراعم عند البستانية بالبراعم الثمرية لما أن منها يحصل على الثمرة غير ممكن في كل الأحوال أن يميز الانسان بين البراعم الثمرية والبراعم الخشبية من هيئتها الخارجية مع الحاجة لذلك في عمليات التقليم والتطعيم بالعين وكذلك في تدير أمر أشجار الفواكه . غير أن البراعم الخشبية في التفاح والكثيرى تكون صغيرة ومدمية . أما البراعم الثمرية فتكون كيلة الحد ممتلئة اللحم أكثر من تلك وأكبر منها حجما وهذان النوعان من البراعم في البرقوق يتشابه منظرهما في الشتاء تشابها كليا ولا يتميز أحدهما عن الآخر إلا في الربيع حين يأخذان في النمو فان البراعم الثمرية تسمن ويعرض حدها أكثر من تلك على أن موضعها من الفرخ من أكبر ما يعين على التمييز نوعى هذه البراعم .

٨ — تفرع السوق — المحور أو ساق الفرخ الأصيل من النبات يكون في أول عهده جسما بسيطا مستقيما وربما استمر في النمو كذلك ولكن جرت العادة أن تنبعث منه بعد مدة وجيزة فروع أو محاور ثانوية (Secondary Axes) وهذه تتكون في كل الأحوال من براعم . في شكل (١١) المبين به البرعم الأصيل من نبات الفول نرى في اباط الأوراق لدى (ب ٦ ب ١) براعم ثانوية جانبية وهذه براعم زهرية فلا تكون والحالة هذه فراخا ورقية طويلة بل تحدث

فى الفول غالبا محاور ثانوية تحمل أوراقا خضراء وهذه تتكون عادة من براعم فى اباط الغلقتين كما فى ب . شكل (١١) .

فى كثير من النبات تنمو البراعم الموجودة فى آباط ورقة من أوراق الساق الأصلية وتصبح فراخا ورقية وربما بدرت فروع على هذه الفراخ ثانيا بطريقة مماثلة لما سبق فتعدد بذلك أفراد السوق التى تحمل أوراقا فى النبات الواحد والتفرغ فى نباتات المغلات العلفية (Fodder crops) التى تطلب وفرة غلتها، عظيم جدا وقد يلاحظ مثل ذلك فى الأشجار وفى كثير من الحشائش (Weeds) كالسنكيو والستلاريا .

٩ - يطلق على الساق الأصلية من النبات اسم المحور الأصلي أو محور الدرجة الأولى ويطلق على الفروع النامية عليه اسم المحاور الثانوية أو محاور الدرجة الثانية وتسمى الأفرع النامية على الأخيرة "بالمحاور الثالثة" وهلم جرا وتوخيا لسهولة الوصف يمكن أن يعتبر أى محور أصليا فتكون فروعه والحالة هذه محاور ثانوية .

١٠ - اذا استمرت ساق فى النمو من قمتها مدة طويلة سميت غير محدودة (Indefinite) النمو وتكون الفروع التى عليها كثيرة العدد عادة وأصغر من الساق الأصلية وهذا النوع من التفرع يسمى "عقودى" (Racemose) . (أنظرا . شكل ١٥) .

وفى كثير من النباتات يكون البرعم الطرفى زهرة أو مجموع أزهار ثم يقف المحور الأصلي عن الاستطالة فما كان من السوق كذلك فهو محدود (Definite) النمو فاذا نشأت عليه فروع جانبية فهى فى العادة قليلة العدد وسرعان ما تبلغ شأو الساق الأصلي أو تفوقه فى ضلاعة ويسمى تفرع السوق محدودة النمو

أمام صفحة ٩

(شكل ١٦)

”محدودا“ أو ”سيميا“ (Cymose) ويشابه الرسم (ب. من الشكل ١٥) أحيانا على أن التفرع المحدود ينتهى أحيانا الى تكوين ما يظهر لأول نظرة أنه محور أصلى بسيط غير محدود النمو وهو فى الحقيقة مركب من سلسلة محاور قصيرة من درجات مختلفة . يرى فى حـ من شكل (١٥) محور أصلى ١ ينتهى فى بعد أن تكون نقطته النامية قد تكشفت عن زهرة أو تكون أهلكها الصقيع أو الريح أو غشيتها الحشرات أو غير ذلك من الأسباب التى تعوق استطالته ويرى تحت قممه برعم جانبي قد كَوّن فرعاً أو محورا ثانويا ٢ سرعان ما وقف نموه وتكوّن فرع من الدرجة الثالثة ٣ ثم آخر ٤ قد نشأ بطريقة مشابهة لما سبق . والفرخ كله وإن كان معوجا فى الأول قد يستقيم نهائيا ويبدو شبيهاً بمحور مفرد بسيط من الدرجة الأولى غير المحدودة النمو وإذا حدث ذلك فمثل هذه الساق تسمى ”كاذبة المحور الأصلى“ (Sympodium) .

وفروع كثير من الأشجار التى تبدو مستقيمة وتلوح غير محدودة النمو تكون فى حقيقة أمرها غالبا كاذبة المحور إذ يكون البرعم الطرفى الذى يوجد على كل فرخ سنوى قد تلف أو انتهى بزهرة أو يكون محورا كاذبا بسبب ما يتلو ذلك من شدة نمو أعلى برعم جانبي . من أمثال السوق كاذبة المحور ما يوجد من المهاميز (Spurs) على أشجار الكثرى والتفاح وكثير من الفراخ الأرضية فى الفصيلة النجيلية الأرضية .

تج ٢٢ : الفص نوع التفرع فى فراخ نباتات شائعة شتى كالسنكيو والستلاريا والقريص والخردل والجلبان والبول والبالزلاء . لاحظ أصل الفروع فوق ملتصق الأوراق .

١١ — عسالىج الأشجار فى الشتاء — ان درس فراخ الأشجار فى الشتاء وتقدمها فى النمو بعد ذلك فى الربيع والصيف مفيد فائدة علمية . ترى على فرع الصنار المرسوم فى شكل (١٦) براعم طرفية كبيرة وبضع براعم جانبية وتحت

هذه ندوب (Scars) ورقية ظاهرة بينة كما فى (رقم ٢) من الشكل ، تدل على المكان الذى كانت الأوراق متصلة فيه بالفرع فى الصيف السابق . فى سنة ١٨٩٦ لم يكن الجزء المؤشر عليه بأرقام سنة ١٨٩٧ موجودا ولكن كان العسلوج منتهيا برعم يشابه ذلك الذى يرى فى شكل (١٢) وكانت به أيضا برعمان جانبيان صغيران يشبهان (ب من شكل ١٣) . وفى ربيع سنة ١٨٩٧ تفتحت البراعم وسقطت الحراشيف البرعمية وتركت ندوبا فى (رقم ٤) . فمما البرعم الطرفى كما فى شكل (١٣ ١٤٦) وأحدث فى الساق طولاً عظيماً معلماً عليه (فى الشكل) بأرقام سنة ١٨٩٧ وعلى هذه الساق عديد من البراعم الجانبية نما كل منها فى أبط الورقة كما فى (هـ من شكل ١٤) ومن البراعم الصغيرة الجانبية تحت البرعم الطرفى مباشرة نشأت فراخ قصيرة بطريقة مشابهة لتلك .

١٢ — ان مقدار نمو العساليج فى مدة سنة واحدة أو أثناء فصل نمو واحد يمثل بمقدار الطول الذى يكون بين منطقتى الندوب البرعمية .

وبما أن الندوب فى الغالب تكون ظاهرة للعين على القشرة بضع سنين فهى معوان على تقدير سن أى قطعة طولية من الشجرة أو الساق أو العسلوج . ويغلب أن توجد براعم صغيرة فى آباط الحراشيف البرعمية وبما أن السلاميات الموجودة بين الحراشيف البرعمية المذكورة تظل قصيرة فهذه البراعم تظهر مكتظة فوق العساليج وترى أحيانا بعد إذ تكون الندوب قد طمست معالمها (شكل ٥٣ . بين ١ ٦ ب) .

يختلف طول الساق التى يكونها برعم بعد سنة من نموها اختلافا كبيرا فبعض البراعم الورقية يكون فراخا لا تزيد فى طولها عن كسر من السنتيمتر وبعضها يبلغ من الطول عدة سنتيمترات ذلك بأن كثيرا من أمرها يتوقف

على نوع النبات وعمره ومعالجته وعلى موضع البراعم من الشجرة وكذا على الظروف الخارجية كالمناخ والتربة وفي الأشجار التي لا يعاق نموها يستمر طول الفراخ التي تتكون كل عام من البراعم الطرفية في الزيادة من الطفولة الأولى فما فوقها حتى تبلغ سنا معلومة يأخذ الطول السنوى بعدها في التناقص . وتختلف السن التي يبلغ فيها النمو نهايته العظمى باختلاف الأشجار فبعضها لا تكون أطول فراخها إلا إذا بلغت ما بين خمس عشرة سنة وعشرين . وبعضها إذا انقضت ثلاثون أو أربعون سنة وفي الشيخوخة تكون كثرة البراعم (وهي تتطلب كثرة الماء والمواد الغذائية تبعاً لذلك) وكذا ازدياد بعدها عن مصدر الماء في الأرض مانعة ذلك النمو العظيم الذي يشاهد في الطفولة فالقراخ التي توجد في الأشجار الكبيرة السن تكون قصيرة تبعاً لذلك .

إن الفرق في المظهر العام بين الأشجار الصغرى والكبرى مدحش فانه ما دامت القراخ الطويلة في تكون فان تاجها أو رأسها يظل مفتوحاً ومكثراً على الأكثر من أغصان طويلة مستقيمة ولكن لما يتبدى تكون القراخ القصيرة يبدو التاج أكثر تكاثفاً . وفي غالب الأشجار يكون البرعم الطرفي في العادة أقوى فرخ . أما البراعم الجانبية فتتكشف عن غصون يتقاصر طولها شيئاً فشيئاً بانتظام من القمة الى القاعدة حيث تكون البراعم في العادة فراخاً قصيرة جداً أو لا تكون منها شيئاً مطلقاً على أن فروع فرخ الصنف صاف تكاد تكون متساوية الحجم من القمة الى القاعدة . وفي قليل من الأحوال تكون الفروع لدى القمة أو القاعدة قصيرة ، وفي وسط الفرخ طويلة ، وفي التربة الجيدة والمناخ المناسب تكون فروع الأشجار أطول مما اذا كانت التربة رديئة تعوزها الرطوبة أو حيث يكون المناخ قارس البرد هذا والأسمدة النروجينية (Nitrogenous) أي الأزوتية ، وفقدان الضوء بسبب التراحم تؤدي الى تكون فراخ طويلة ، أما حمل الثمار فانه يمنع ضلالة الشجر ويؤدي الى تكوين فراخ قصيرة .

١٣ — البراعم الساكنة (Dormant Buds) — لدى فخص الأشجار فى الربيع أى حين تبدئ البراعم فى النمو يلاحظ أن بعضها يظل غير متنشط ويستمر على هذه الحالة طول الصيف وليس الأمر مقصورا على أنها قد تأبى النمو فيما يسمى فصلها الحقيقى بل أنها تظل فى الأكثر غير مستعدة النمو مددا طويلة . مثل هذه البراعم تسمى "براعم كامنة" وهذه تصادف على كل نوع من أنواع النبات تقريبا ولا سيما بالقرب من قواعد السوق .

والبراعم الكامنة وإن كان كثير منها يموت بسرعة فإن بعضها يظل قادرا على النمو بضع سنين بعد تكونها وقد تكون ما يسمى "فراخا مؤجلة" (Deferred) وإذا كانت على أشجار الفواكه سميت "فراخا مسترقة" وإذا نشأت من تحت سطح الأرض سميت "هراء" (Sucker) وكثيرا ما تنشأ على الأصول المطعنة أو المبرعمة . وهلاك البراعم الطرفية والجانبية الموجودة بالقرب من قمة الساق يؤدى إلى تيقظ النمو فى الفراخ المؤجلة من البراعم الساكنة الموجودة عند قاعدة الساق ويظهر هذا تمام الظهور فى فراخ الأعناب والورد إذا هى قلمت تقلبا مفرطا . وزد على ذلك أن قسم البراعم الطرفية من النباتات العشبية وغيرها يعتمد إليه أحيانا بقصد ضمانه نمو كل البراعم الجانبية على الساق وتكوين نبت كثيف بدلا من واحد له ساق أصلية مفردة وقليل من الفروع . ورعى نبات الفصيلة النجيلية أوحشها يفضى إلى تمام نمو كل البراعم وازدياد السوق الورقية تبعاً لذلك وليس قطع البراعم الطرفية أو قصمها يفضى وحده إلى استكمال نمو البراعم القاعدية التى قد تصير كامنة ولكن كل ما عاق حركة الماء أو سيل العصارة إلى البراعم الطرفية والبراعم المستقرة فى أعالي الشجرة يؤدى إلى مثل هذه النتيجة فى أول عهد الكروم المتساندة بالتكون حيث يقتضى أن تكون كل البراعم الناشئة على الساق الأصلية فراخا أو مهاميز قصيرة يعتمد

الى الفرخ فيحتمى مدة من الزمان بقصد أن يؤدي هذا الاحناء الى تفتح البراعم الناشئة عند قاعدة الساق والتي لولا ذلك لبقيت ساكنة وتركنت من الخشب غير المثمر مسافة طويلة .

١٥ — البراعم العرضية (Adventitious Buds) — البراعم الساكنة السابق ذكرها هي براعم نشأت بنظام مطرد في آباط الورق ولكنها بقيت عديمة النشاط مدة من الزمان ، وليس في أمرها من الشذوذ إلا مدة نموها على أن البراعم قد تنشأ لدى أى نقطة من النبات ولا يتحتم أن تكون في آباط الورق بل على أى نقطة من الساق أو على الجذور والأوراق فاذا نشأت كذلك سميت ”براعم عرضية“ وتشاهد أمثال ذلك على جذور نبات البطاطا والحدود والورود وكثير من النباتات الأخرى ولا سيما اذا نزع منها الأجزاء العليا التي تحمل البراعم . وهي كثيرا ما تنشأ وتكون فراخا على السوق التي أصيبت بضرر . وفي بعض الأحوال تخرج هذه البراعم من الكنب (Callus) الذي يغطي الجروح الناشئة من قطع الفروع وتتكون البراعم العرضية أحيانا من الأوراق التي أزيلت عن أمها وتثبت على رمل رطب أو طين . والبستانيون ينتفعون بهذه الخاصية في تكثير نبات البريفلوم (Bryophyllum) .

تج ٢٣ : اخض عسليج بعض الأشجار والشجيرات في الشتاء كالجيز ، والتوت ، والمشمش ، وخذ مذكرات عن نظام البراعم وعن الندوب التي تركت بعد أن سقطت عنها الأوراق الخوصية والحراشيف البرعمية القديمة وعما ترى على القلف (Bark) والبراعم من الشعروما بها من النعومة وكذلك أى خاصية من خواص هذين .

تج ٢٤ : قس أطوال السلاميات بين البراعم المتوالية على فراخ العام السابق من بعض الأشجار والشجيرات العادية واذكر في أجزاء الصغار من هذه الأشجار أم الكبار ترى البراعم أشد اكتظاظا على الساق ؟

تج ٢٥ : الفحص بعض صفار الأشجار فى الشتاء (١) وحاول أن تعرف مقدار النمو السنوى فى الطول لمختلف أجزاء كل منها (٢) استجمع ملحوظات عن طول الفروع التى كوّنتها البراعم بالقرب من القمة ، والوسط والقاعدة فى نمو كل سنة . وتبين ما إذا كانت البراعم الساكنة موجودة أو مفقودة (٣) تبين ما إذا كان التفريع محدودا أو غير محدود . وابحث بين الأشجار عن ذلك النوع من التفريع المسمى "كاذب المحور" - (٤) لاحظ فرق الطول فى النمو السنوى لفروع من أشجار كبيرة السن وصغيرتها من نوع واحد .

تج ٢٦ : الفحص البراعم المفتحة على أشهر أشجار الفواكه المعبلة فى الربيع الذى يسهل فيه التمييز بين مختلف البراعم . لاحظ موضع البراعم الورقية والبراعم المختلطة والبراعم الزهرية على التوالى .

١٦ - السوق وأنواعها .

تسمى السوق التى تكون رخصة وتعيش فى العادة الى أجل قصير "عشبية" ومن هذا النوع ساق كل نبات حولى تقريبا وساق كثير من النباتات المعمرة وكنبات الويذانيا (Withania) والسمنفرم (Someniferum). وأغلب السوق التى تعيش أبد عدة فصول تشتمل فى باطنها على مقادير عظيمة من الخشب . فهى لذلك أصلب وأثبت وهذه السوق تسمى "خشبية" على أنه يجب الإشارة الى أن السوق العشبية تشتمل أيضا على خشب ولكنه يكون فى شكل خيوط ، هى قليلة فى مقدارها اذ قورنت بالأجزاء الرخصة الباقية . زد على ذلك أن كل السوق تكون رخصة وعشبية فى طفولتها الأولى ولذلك فلا يوجد فارق حقيقى بين السوق العشبية والسوق الخشبية بما أن الأمر يرجع الى درجة نمو الخشب فى باطنها . فقد تكون زهرة المنثور (Wall-flower) أو الوردة مثلا رخصة وعشبية فى أجزائها العليا بينما تكون صلبة وخشبية فى أسفلها .

للأشجار والشجيرات سوق مستوفاة النمو . وتتماز الأولى عن الثانية بأن تكون لها ساق صلبة مفردة أو جذع عال من الفروع الى مسافة بعيدة

عن الأرض . أما الشجيرات فليس لها ساق أصلية واضحة وأشهر فروعها متماثلة في سمكها وتخرج من نقطة على الأرض أو بالقرب منها .

ولكثير من الأشجار سوق من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقيم عودها فهي لذلك تنمو على سطح الأرض ومن النبات ما تكون سوقه ضعيفة فهي منبسطة (Prostrate) دائماً ومنها النباتات المتسلقة (Climbing Plants) وهذه تكون سوقها من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقف معتدلة ولكنها قادرة على اتخاذ ما دنا منها من الأشياء كدعامات لها . ولهذه النباتات المتسلقة طرق شتى في الاعتماد ففي الجلكس جدرا تنمو جنور عرضية على جانب واحد من الساق ومهمة هذه تثبيت النبات على قلف الأشجار وعلى الجدران والصخور ومنها نبات التروبيوم الشائع في الحدائق والكليمايس البرى . كلاهما يعتمد على أوراقه وذلك أن أعناق هذه الأوراق تلف حول فروع النبات الذى يجاورها .

ويستعين نبات البازلاء والجلبان على التساق بواسطة أوراقه وذلك أن بعض وريقاته تتنوع فتصبح خيوطا رفيعة تسمى "حوالق" (Tendrils) وهي حساسة باللس وتلف نفسها حول أى شئ أهيف تلمسه . أما ما كان من قبيل الورد فتحمله إبره الصلبة وفي النباتات اللفافة (Twining Plants) تقيم الساق نفسها بالتفافها حول الأشياء المجاورة لها وسوق بعض هذه النباتات تلف يمينا دائماً في حالة النمو حول دعامة كتلك . مثال ذلك : نبات اللونسرا (Lonicera) الذى يوجد في الحدائق وبعضها يلتف يسارا مثل اللبلاب .

١٧ — يصادف في الفراخ تنوعات (Modifications) خاصة وكثير منها يسمى باسم خاص وأكثر هذه شيوعاً المذكور بعد :

(١) فوق الأرض :

(١) فى الكثرى البرى تنتهى بعض الفروع بسنان صلبة حادة تسمى "السلاء" أو "الشوكة" (Spurs) . أما كونها فراخا متنوعة فظاهر من انها تبدر من آباط الأوراق فضلا عن أنها تحمل فى بعض الأحوال أوراقا وبراعم جانبية .

(ب) المدادة أو الدفانة (Runner or Stolon) : هى فراخ تتمدد أفقية على سطح الأرض ويلاحظ فيها استطالة سلامياتها ونشوء جذور عرضية من عقدها وتدلها للنمو فى التربة (شكل ١٧) عند ذلك تصبح البراعم الموجودة على هذا النوع من الساق مثبتة فى الأرض وإذا نمت ونشأت فراخا منتصبه كونت نباتات متفرقة بمجرد موت السلاميات (كما فى س من الشكل) أو قطعها ومن أحسن الأمثلة على ذلك نبات الشليك .

تج ٢٧ : الخص سلاء الكرتجيا (Crataegus) والكثرى البرى ولاحظ منشأها فى آباط الأوراق وأن بعضها يحمل براعم وأوراقا .

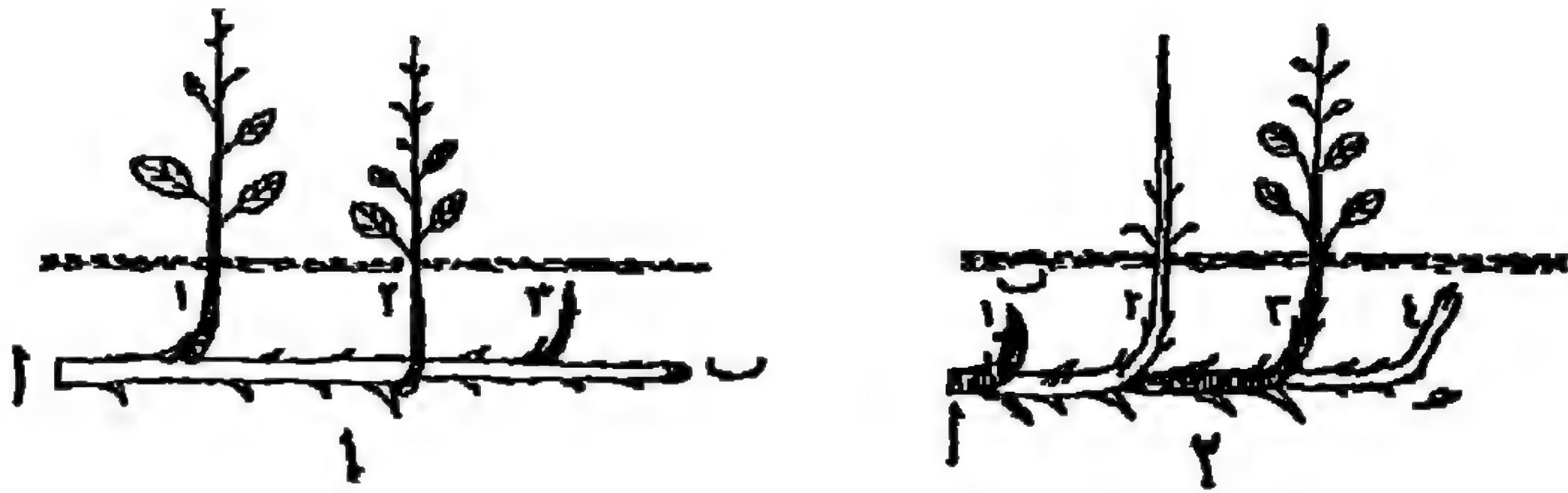
تج ٢٨ : الخص منشأ المدادة على نبات الشليك ولاحظ موضع الأوراق والبراعم عليها .

(٢) تحت الأرض :

السوق النامية تحت الأرض تشبه الجذور أحيانا ولكن يمكن التمييز بينها وبين الجذور بأنها تحمل أوراقا وبراعم وبنشوتها من آباط الأوراق .

(١) الريزومة (Rhizome) : فرخ نابت تحت الأرض ينمو أفقيا تقريبا وتبدر من عقده جذور عرضية وتكون سلامياته إما طويلة أو قصيرة ، سمكة أو رقيقة ولذلك فان هيئة الريزومة فى النباتات متنوعة . فريزومة نبات السندور والديكتيلوفرخ طويل متشعب ورفيع . أما ريزومة الأيريس وغيره من النباتات فهى سمكة وشحمة وإذا وجدت أوراق على الريزومة فانما

(شكل ١٧)



(شكل ١٨)

(١) رسم بياني يمثل نمو ريزومة غير محدودة . ا الى ب محور ابتدائي غير محدود يبقى تحت الأرض دائماً . (١، ٢، ٣) فروع جانبية . من ا ب الذي يخرج فوق الأرض . (٢) رسم بياني يمثل نمو ريزومة محدودة . ا الى ب = محور ابتدائي محدود أزهر ثم ذبل وتحلل . ٢ فرع من المحور الابتدائي خارج فوق الأرض ؛ ٣ ، فرع من ٢ ؛ ٤ فرع من ٣ . والساق جميعها من ا الى ح تحت الأرض هي سيمبوديوم أى كاذبة المحور الأصلي .

تكون في العادة محورة أى معدولة فهي جراسيف غشائية وتكون الريزومات إما غير محدودة النمو أو محدودة فان كانت غير محدودة فان المحور الأصلي الحقيقي يستمر في النمو من قمته ويظل تحت الأرض دائماً فأما الأجزاء التي تخرج من الأرض فهي فروع ثانوية أو جانبية وهذه تنشأ في آباط أوراقها الحرشفية (رقم ١ . شكل ١٨) . على أن غالب الريزومات محدودة النمو فالمحور الأصلي فيها بعد أن ينمو مسافة ما طويلة أو قصيرة تحت الأرض يخرج منها وتستمر الريزومة في الأرض بفضل فروعها الثانوية (رقم ٢ . شكل ١٨) . وفي الريزومات المعمرة ذات النمو المحدود مثل الخلفاء (Sedges) والنجليات وغير ذلك من النباتات يكون الجزء الدائم الذي يبقى تحت الأرض محورا أصليا كاذبا فيسمى "كاذب المحور" .

(ب) يطلق لفظ "هراء" (Sucker) على أى فرخ عرضي ينشأ تحت الأرض على سوق الشجيرات والشجر أو جذورها ولهذا الهراء جذور عرضية وإذا انفصل الهراء عن أمه أصبح نباتا جديدا مستقلا بذاته . ويغلب في الهراء سرعة النمو واستلاب الماء والغذاء من أمه ولذلك فالواجب أن يهلك إلا اذا كان المراد تكاثره .

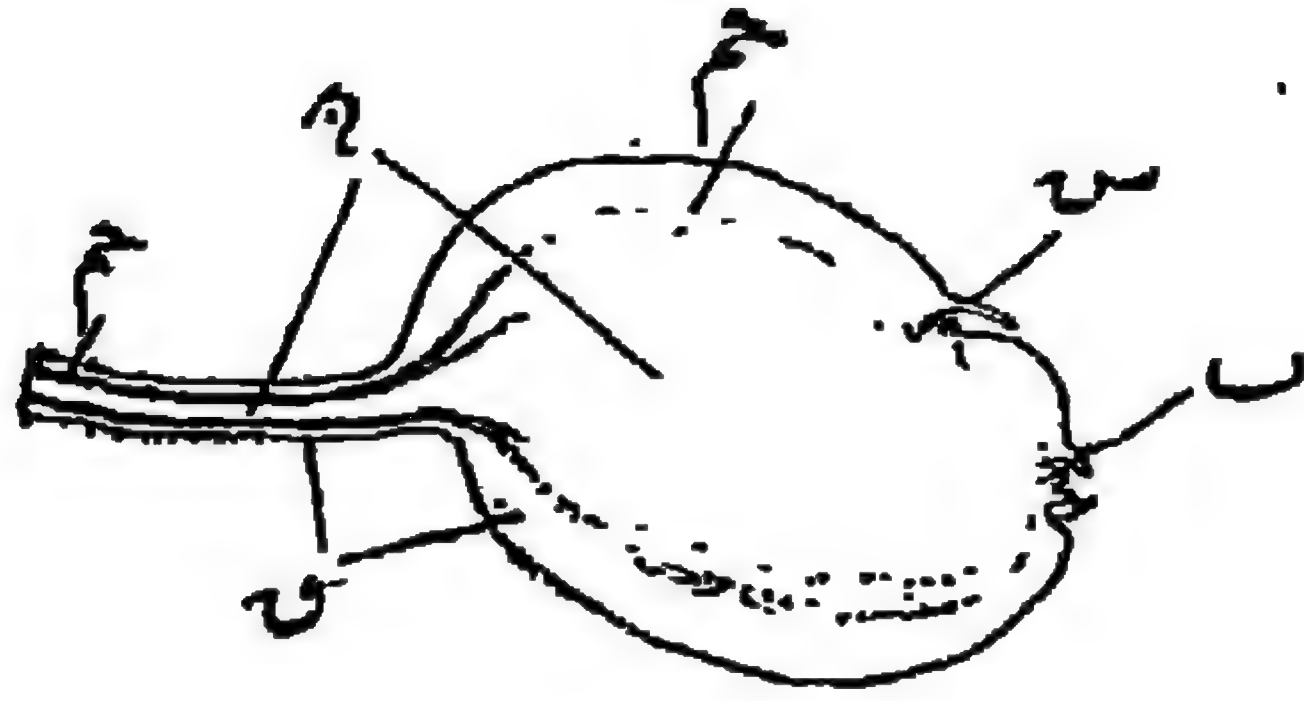
تج ٢٩ : الفص الأجزاء الأرضية من نبات اللباب والنمغ والبطاطى والهلين ولاحظ الأوراق الحرشفية والبراعم الموجودة في آباط بعضها .
ولاحظ العلاقة الموجودة بين الفراخ التي تخرج من الارض بين تلك الأجزاء الباقية بها .

(ج) الدرنة (Tuber) — الدرنة فرخ له ساق قصيرة شحمة غليظة ولها أوراق حرشفية دقيقة يوجد في آباطها براعم أو عيون وأغلب الدرنت الشائعة ينمو تحت الأرض . مثال ذلك : البطاطس والطرطوفة ولكنها قد توجد على أجزاء النبات الظاهرة فوق الأرض أما الأوراق الحرشفية فلا ترى على درنة

البطاطس المستحكمة النمو . وذلك نظرا لأنها تسقط وتتكش قبل أن يتم النضج .
كون البطاطس قطعاً مسمكة من السوق ، أمر يمكن مشاهدته بدراسة أصلها ، فإن الريزومات التى ليست درنات البطاطس إلا أطرافاً لها ، تنشأ طبيعة في آباط الأوراق تحت سطح الأرض وهى وإن كانت توجد تحت الأرض لا علاقة لها بالمجموع الجذرى من النبات .

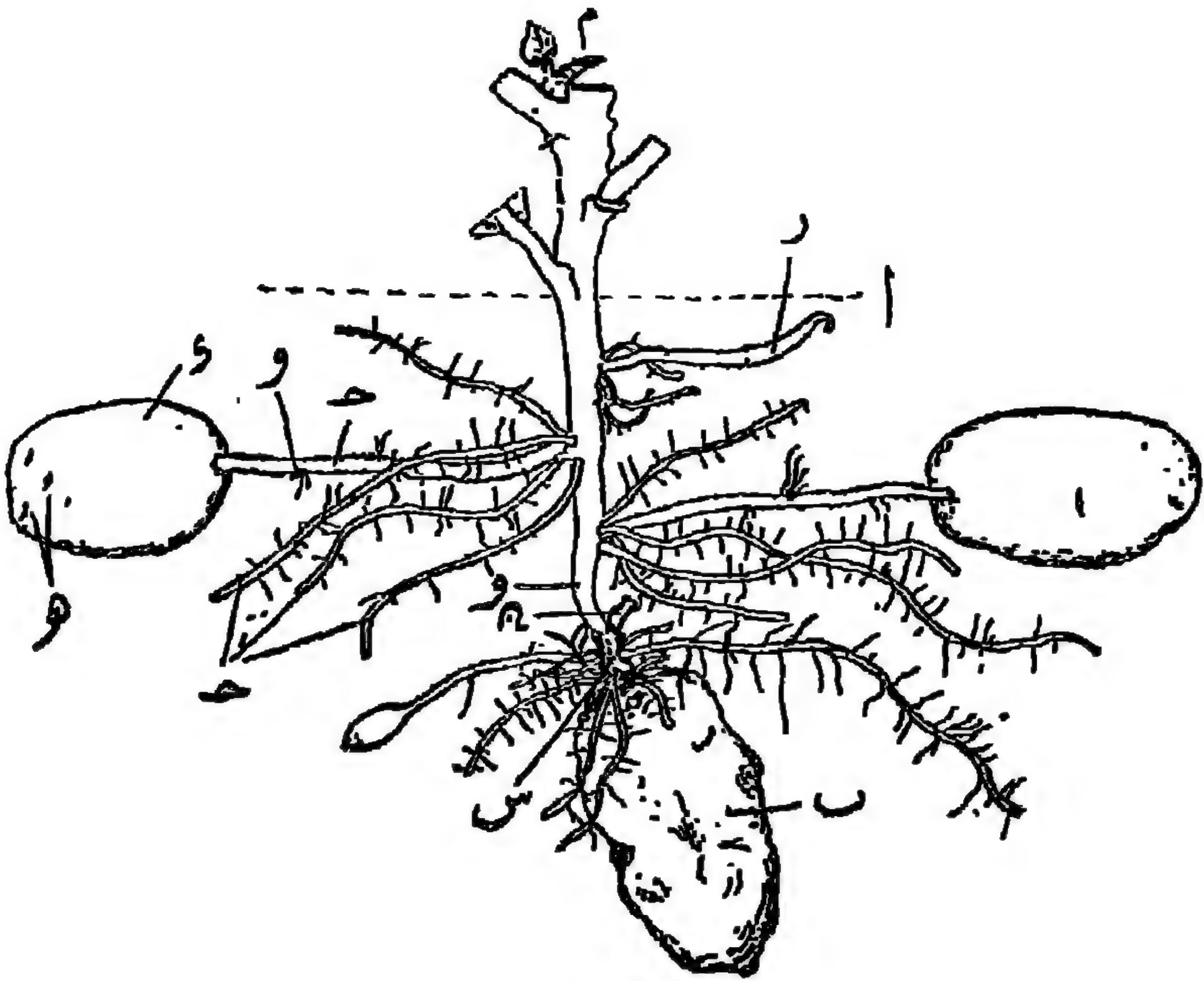
والعادة في الدرنه المستوفاه النمو أن تكون عند قاعدتها قطعة من ريزومة ذابله وعلى سطحها كثير من العيون (Eyes) مرتبة على شكل حلزوني .
والعيون عند القمة المورفولوجية من الدرنه أشد اكتظاظاً منها عند القاعدة إذ تكون السلاميات الكبيرة السن أطول من الصغيرة . وتلوح كل عين كمجموع من البراعم راقده في بقعة مقعرة من الدرنه وهذه البقعة المقعرة هى أبسط ورقة حرشفية كانت ظاهرة أيام كانت الدرنه صغيرة السن ثم ذبلت وخفيت بعد ذلك . وقد يكون عدد البراعم في كل عين عشرين ولكن العادة أن تكون ثلاثة . والعين في الحقيقة فرع جانبي ذو سلاميات غير متكشفة ، إذ الدرنه جميعها في الجملة مجموع فرعى شديد التفرع وليست فرخاً بسيطاً .

وليست الدرنات من شكل واحد دائماً بل انما تتعدد أشكالها ولكن لها ثلاثة أشكال شائعة هى : (١) المستديرة (٢) البيضية (٣) الكلوية . فالمستديرة هى كروية نوعاً ما ، سلامياتها وعيونها أقل منها عدداً في البيضية والكلوية اللتين هما مستطيلتان نوعاً ما ، وتمتاز الدرنه الكلوية بأنها أسمك عند القمة وتستدق صوب القاعدة . أما الدرنه البيضية فهى سميكه في الوسط وتستدق صوب طرفيها . وهذه الاختلافات ظاهرة ثابتة بحيث تكفى لأن تكون أساساً للتفريق بين أصناف البطاطس في الزراعة .



(شكل ١٩)

قطاع طولى من درنة بطاطس صغيرة . ق = قشرة ، ح = حزم وعائية ، ن = نخاع ، ش = ورقة قشرية في إبطها برعم ، ب = برعم طرفي .



(شكل ٢٠)

نبات بطاطس مستحدث من درنة قديمة وظاهر فيه نظام وطبيعة الأجزاء الموجودة منها في الأرض (أ) سطح الأرض . (ب) درنة قديمة ظاهر منها ساق قصيرة صلبة (س) ناتجة أثناء الاتبات في الضوء قبل زرعها في الأرض . (و ، ح) فرعان من س . وطرف ن مقطوع والفرع و نخرج من الأرض وقطع في م . ح ريزومة تكشف طرفها عن درنة د وعلى هذه ترى براعم عند ه . (و) في الريزومة برعم جانبي على ح . (ر) ريزومة تشبه ه ولكنها لم تكون درنة بعد . جد = جذور عرضية .

وقد تكون الدرنات في بعض الأحوال ذات شكل مفرط في عدم انتظامه .
فانه اذا اعترض جفاف الطقس نمو الزروع ثم عقبه مطر فان الدرنات التي
تكون قد نضجت نضوجا جزئيا تنمو من الأطراف أو من حوالى العيون
الجانبية بدلا من أن تزداد في الثخانة بانتظام يوم يعود النمو النشط اليها
وقد تؤدي الزيادات التي أحدثها النمو المذكور الى تكون أجسام غير منتظمة
أو درنات صغيرة على الدرنات الكبيرة . ويعرف هذا بالتدرن الثانوى وهو أشيع
ما يكون في الأصناف الكلوية والبيضية .

وتشريح الدرنه في طفولتها يشبه تشريح الريزومة التي هي منها وتشتمل
أسوة بالسوق المشابهة لها على بشرة وقشرة واسطوانة وعائية بما تشتمل من
حلقة الكامبيوم والنخاع المركزى ، ونظام الأنسجة في الدرنه الصغيره يلوح
كما هو فى شكل (١٩) .

هذا وفي الدرنه المستوفاه النمو يحل البريدرم محل الابدرم أى البشرة .
والطبقة الخارجة من هذا البريدرم تشتمل على خلايا فلية ، وهذه تكون بمثابة
وقاية للدرنه من فرط فقد الماء من باطنها . وتحت هذا الجلد — البريدرم —
توجد القشرة ، وفي خلايا القشرة الخارجية تكون العصارة الخلوية مائونة في العادة
لونا يميز مختلف اصناف البطاطس بعضها عن بعض .

والعادة في الكامبيوم أن يكون كثيرا من الزيلوم (الخشب) في نموه وهذا
الخشب هو الذى يكون أكثر جسم الدرنه ، على أن الخشب ليس متكونا
من نسيج خيطى بل يكاد يكون كله خلايا برنشيمية رقيقة الجدران ليس
فيها من العناصر الخيطية المشار اليها إلا مجاميع قليلة منفردة وعاليه فلا يمكن
تمييزها من النخاع والقشرة .

وأهم المواد الغذائية المخزنة هو النشا وأكثر ما يكون هذا النشا فى أبعاد الأجزاء الداخلية من القشرة ، وفى النسيج الخشبي المتحلل وفى جزء من النخاع . وإذا اقتطعت شريحة من درنة البطاطس كان بالفلويم (الخشب الكاذب) والكامبيوم ووسط النخاع شئ من الشفوف وقد تحتوى قليلا من النشا أو تكون خالية منه .

انبات الدرنة - لا يمكن حمل الدرنات الناضجة على الانبات حتى يمر وقت ما . ومن الأصناف ما يحتاج الى الراحة شهرين ومنها ما اذا نضج فى الحريف لا تبدو عليه علائم الانبات قبل يناير أو فبراير أو ما بعده .

والدرجة الصغرى من الحرارة اللازمة للانبات هى ٨° درجات مئوية أو ١٠° . ولذا فان الدرنات التى تزرع قبل أوان تلك الدرجة لا تنمو إلا قليلا وقد تمتنع عن النمو بتاتا .

أما سبب مدة الراحة والتغيرات الكيماوية التى تحدث أثناء تلك المدة فغير واضح بيد أن التنفس الذى يحدث بانفاق من النشا ممكن ادراكه فهو فى المبدأ بطئ ولكنه يزداد بسرعة كبيرة عند اقتراب مدة الراحة من الانتهاء . وإذا ابتدأ الانبات تكون الانزيم (Enzyme) دايستاز فتحوّل به النشا الى سكر وانتقل هذا الى البراعم النامية حيث يستخدم فى تكوين خلايا جديدة . وأول نمو فى الفراخ يحدث بانفاق من مقادير الأغذية المخزنة فى الدرنة .

هذا ويندر أن يتكشف برعمان على نفس الدرنة بمقدار واحد من القوة إذ أن أكثر البراعم ضلابة وقوة ما يكون على طرفها أى البرعم الوسطى من العيون الموجودة بالقرب من قمة الدرنة . أما البراعم الموجودة عند قاعدة الدرنة فهى أضعفها ويغلب أن تبقى كامنة بتاتا . وإذا قطعت الدرنات من أجل

زرعها بحيث تشمل كل قطعة منها عينا واحدة كانت القطع
القمة أشدها نباتا وأكثرها غلة . وإذا قطع الفرخ الأصلي الناتج من البرعم
المركزي من عين من العيون أو تلف ، نمت البراعم الجانبية من العين ولكن
لا تكون فراخها كمثل الفرخ المقطوع شدة أو قوة .

والفراخ الناتجة من البراعم النامية في البطاطس ، إذا عرّضت للضوء
أثناء الانبات ، تكون ذات سلاميات قصيرة وأوراق حشفية ترى في آباطها
في العادة ثلاثة براعم جانبية . وبعد زرع الدرنة ينمو طرف المحور الأصلي
من كل فرخ خارجا إلى أعلى في الهواء الطلق حيث تأخذ الأوراق التي تفتح
في القيام بعملية " تثبيت الكربون " ويتزل الغذاء الذي تصنعه الأوراق
في الساق وتتولد ريزومة رقيقة من البرعم الوسطى في كل أبط ورقى تحت
الأرض ، وهذه ، بعد بلوغها مقدارا مترواحا من الطول ، تكون في العادة درنة
جديدة عند طرفها (شكل ٢٠) . وإذا نفذ كل ما في الدرنة القديمة الميته من
غذائها المختزن لم تحمل من الماء ، لتسربه إليها من التربة المحيطة بها ، فكانت بمثابة
خزان ماء للنبات النامي أيام التحريق .

ولا بد من ملاحظة أن الريزومات لا تنتج درنات إلا إذا هي حفظت
في ظلام ومن ذلك تتضح فائدة تغطيتها بالثرى ، وضرورة معاودة هذه التغطية
من آن لآن حتى تحتجب الريزومات الجديدة — التي تشبه حرف (P) الأفرنجي
في الشكل المذكور — عن النور بتاتا إذ أن الريزومات التي تتعرض للنور
لا تصبح إلا فراخا عادية ذات أوراق خضراء ولا بد قبل غرس الدرنات من
استنباتها في النور إذا أمكن لكي يحصل من كل عين متنبهة منها على قطعة ثخينة
قصيرة من الساق عليها عقد كثيرة إذ أن الريزومات التي تحمل درنات لا تخرج
إلا عند آباط الأوراق . وهذه العملية تساعد على تكثير غلة البطاطس بمقدار

وأهم المواءمات إذا تركت الدرنات للبدأ بنموها فى الظلام سواء فى المخازن أو تحت الأرض فإن الفراخ التى تبدر من العيون تكون ذات سلاميات أطول من المطلوب وعليه فىقل عدد النقط التى تخرج منها الريزومات الحاملة الدرنات تحت الأرض وفضلا عن ذلك فإن الفراخ المورقة التى تخرج فوق الأرض تكون إذ ذاك ضعيفة إذا اتبعت الطريقة الأخيرة .

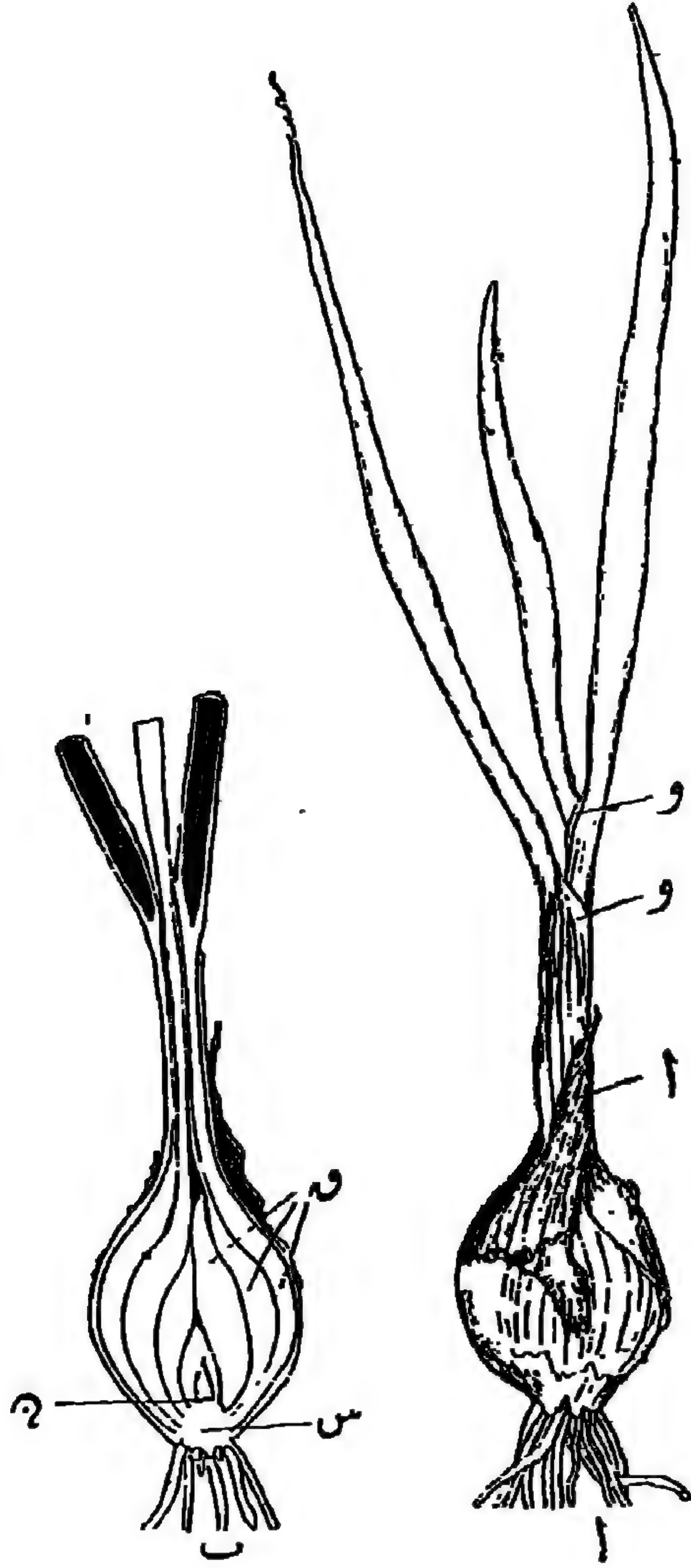
(٥) الكرمة (Corm) — ساق قصيرة سميكة يغطيها قليل من الأوراق الحرفية وتحمل برعما أو اثنين لدى قمتها ومن أمثلتها دليوث الجنائن أو ذنب الفرس والقلقاس وأيريس الصحراء .

(شكل ١٩) قطاع نبات ذنب الفرس . نقطة (ب) تبين ساق الكرمة الصلبة الشحمة ومعها بقايا كرمة قديمة ملتصقة بها وعدة جذور عرضية (م) ومن قمتها عند (٥) نموا البرعم الطرفى فكأن ساقا قصيرة (هـ) تحمل على جوانبها أوراقا غشائية رقيقة وأوراقا خضراء عادية (ز) وتلك تخرج من الأرض . وتبدر من آباط الأوراق زهرة أو أكثر (٦) وتستعمل المواد المختزنة فى الكرمة (ب) لتكوين هذه الأوراق والأزهار وعلى ذلك فهى تنكش وتموت كما فى (١) ولكن الأوراق الخضراء (ز) تعمل بعد تمام نموها على صنع مقدار وافر من الغذاء وهذا ينزل من الأوراق الى حيث يخزن فى الساق القصيرة (هـ) وهذه تزداد سمكا شيئا فشيئا تبعا لذلك وتصبح كرمة جديدة فى نهاية الفصل . أما البراعم (ط) الموجودة فى آباط أوراق الكرمة الجديدة فتبقى بالقرب من قمتها وتقوم بإنشاء متسق جديد من الأزهار والأوراق والكرمات فى العام الذى يلى .

ويغلب أن يكون للكرمة بضعة براعم فى قمتها بدلا من برعم واحد كما فى (٥) وترتقى كل واحدة منها فى النمو حتى تصبح كرمة جديدة بالطريقة التى سبق

۵۳ ایضاً

(شکل ۲۱)



(شكل ٢٢)

- (أ) بادرة بصل ؛ أ بقايا ورقة قديمة ؛ و ، وأوراق صغيرة السن .
(ب) قطاع طولى من البادرة ، س ساق قصيرة فيها أوراق وقوا د ورقة تكون أهم جزء من البصلة ؛ ن نقطة نمو الساق .

شرحها . وعلى ذلك فالكرمة الواحدة قد تنشئ عدة من صنفها في فصل واحد .

(هـ) البصلة (Bulb) — تشبه الكرمة أحيانا في مظهرها الخارجى ولكنها تشمل على ساق قصيرة قصرا نسبيا وعلى هذه الساق يوجد عدد من الأوراق الحرشفية بادنة سمكة وهذه الأوراق ينطوى بعضها قليلا أو كثيرا فوق بعض . أما كان البصلية جميعه فهو أشبه ببرعم كبير جدا يوجد فى آباط بعض حراشيفه براعم صغيرة ابتدائية ومن البصلات الشائعة البصل والبشني (Lily) والرجس . وبادرة البصل المبينة فى شكل (٦) تكون بضع أوراق أثناء أول عهد من النمو كما فى ١ من شكل (٢٤) وينتفخ النبات عند قاعدته ويكون بصلة وإذا قطعت قطاعا كما فى (ب) تكشف لك باطن تركيبه وتتعب الأوراق من الأجزاء الخضراء فأسفل يلاحظ أن القواعد جميعها ولا سيما الداخلة من الأوراق مسمكة فمن تلك القواعد الورقية يتكون جرم البصلة الأصيل . أما الساق (س) التى تنمو عليها هذه الأوراق فهى لذلك قصيرة . فإذا انتهى هذا العهد من النمو تموت الأجزاء الخضراء وتتكمش . أما أجزاؤها السفلى التى أصبحت رقيقة فبقى كغطاء لبقية البصلة وتمنع سرعة فقدان الماء من الداخل .

وإذا زرعت بصلة البصل فى أوانها الثانى كوتت جذورا عرضية من قاعدة الساق وتنمو نقطة النمو الطرفية (ن) من الداخل الى أعلى وتكون أوراقا ونورة (Inflorescence) ذات أزهار بيضاء على طرف ساق مجوفة طويلة . وكذلك البراعم الموجودة فى آباط الأوراق الحرشفية فانها تنمو على هذا النسق وعلى ذلك فانه أحيانا يتكون من بصلة واحدة عدة فراخ مزهرة وتنفق المواد المختزنة فى حراشيف البصلة فى نمو هذه السوق المزهرة وبعد انتاج البزور الناضجة يتكمش النبات جميعه ويموت وفى هذه الحالة تكون البصلة من فريق النبات الذى يعمر سنتين .

وقد يحدث أن بعض البراعم الجانبية الموجودة فى آباط الحراشيف لا تحدث النورات المشار إليها بل تكون أفراخا ورقية فقط . وهذه تكون بصليات صغيرة كما تفعل بادرة البصل ، وهذه البصلات الصغيرة تبقى بعد موت أمها وتقوم بالنمو فى أوانها الثانى . وعلى ذلك فنبات البصل فى هذه الحالة يكون من الفريق الذى نسميه معمرا والبصلات التى تشبه نبات البصل فى تعرض حراشيفه وتقرعها وفى اتساقها بحيث يشمل الخارجى الباطنى شمولاً كلياً تسمى "بصلات كسائية" (Tunicated bulbs) . أما فى البشنيين فإن حراشيف البصلة أقل عرضاً من تلك ثم إنها متراكبة تراكب ألواح القرميد فى سطوح المنازل . ولذلك يطلق عليها اسم "البصلات المتراكبة" (Imbricated bulbs) .

تج ٣٠ : اقطع قطاعاً طويلاً من نبات بصلة صغيرة عند ما تكون بصلتها قد تكونت جيداً . راقب نمو النبات الصغير الى أن يصير بصلة مستكملة واقطع أيضاً فى بصلة تامة النمو بضع قطاعات وقارن تركيب بنائها الداخلى بمثله من الكرب .

تج ٣١ : افحص بصلات بصل حفظ طول الشتاء وسمح له بعد ذلك بالانبات . لاحظ عدد طوائف الأوراق الخضراء المنفصلة التى أنتجتها البصلات واقطعها وامسحها وافحص أصل هذه الأوراق .

تج ٣٢ : الأوراق — اقطع قطاعات طويلة فى بصلة الترجس . لاحظ الساق وعدد الحراشيف وسمك كل واحد منها وكذلك وجود الأزهار الابتدائية والبراعم الأبطية أو فقدانها .

تج ٣٣ : (١) افحص تركيب بناء كرمة القاقاس واقطع الأوراق الحرشفية الخارجية وشاهد موقع البراعم وعددها على الساق الغليظة (٢) اقطع قطاعات طويلة فى كرمة (٣) افحص كرمة مزهرة وشاهد الجذور وبقايا الكرمات القديمة والأوراق الخضراء والأوراق الحرشفية والغشائية وعدد الأزهار وموضعها وقارن ذلك بشكل (٣) .

أمام منطقة ٥٤

(شكل ٢٣)

الفصل الخامس

الورقة

١ — تخرج الأوراق كما سبق القول من براعم وتكون إذ ذاك زوائد جانبية من سوق النباتات، وقد تكون الأوراق على صور شتى ولكنها في العادة أجسام متبسطة . والعادة في جميع الأوراق ما عدا ما يعرف منها بالأوراق الزهرية أن تكون في آباطها أزراراً براعم ويختلف نمو الأوراق عن نمو الساق والجذر في أنه قصير الأمد لأنها إذا بلغت حجماً محدوداً وقفت عن النمو .

٢ — الورقة الخوصية (Foliage Leaf) — أظهر الأوراق على النباتات تكون خضراء وتسمى "الأوراق الخوصية" . وهي أعضاء ذات شأن مهمتها في الجملة صنع الغذاء اللازم للجزء النامي من النبات، بل هي أيضاً أعضاء ينطلق منها في الهواء كثير من الماء المأخوذ من الأرض بواسطة الجذور وتشتمل الورقة الخوصية النموذجية (شكل ٢٤) على الأجزاء الآتية : (١) جزء عريض مفرطح يسمى "النصل" (Blade) (٢) عود أو عتق رفيع (Petiole) (٣) غمد قاعدي متبسط نوعاً يصل الورقة بالساق . ويحمل غمد الورقة أحياناً زائدتين تسمى كل منهما "أذنة" (Stipule) وهما قد تكونان عريضتين أشبه بالجناح كما هو الحال في البرسيم والبازلاء وقد تكونان صغيرتين ضيقتين كما هو الحال في الكثرى والتفاح، وتسمى الأوراق التي فيها هاتان الزائدتان "أوراقاً أذنية" (Stipulate) . أما التي ليس لها اذنان فتسمى "لا أذنية" (Exstipulate) .

وأجزاء الورقة تختلف فى شكلها اختلافا كبيرا فغمد نبات الفصيلة النجيلية يحتضن الساق احتضانا. أما فى الفصيلة الخيمية (ومنها الجزر والكرفس) فهو ظاهر جدًا وفى كثير من النباتات يكاد لا يرى .

وإذا كان للورقة عتق فهو فى العادة ضيق واسطوانى ولكن يغلب فيه القصر وقد لا يوجد مطلقا وفى هذه الحالة يقال للورقة "عديمة العتق" أو "مرتصعة" (Sessile) .

النصل — هو فى الجملة أظهر أجزاء الورقة الخوصية . وأهم النقط التى يجب ملاحظتها هى توشج عروقه وشكله وحافته وقمته وصفة سطحه .

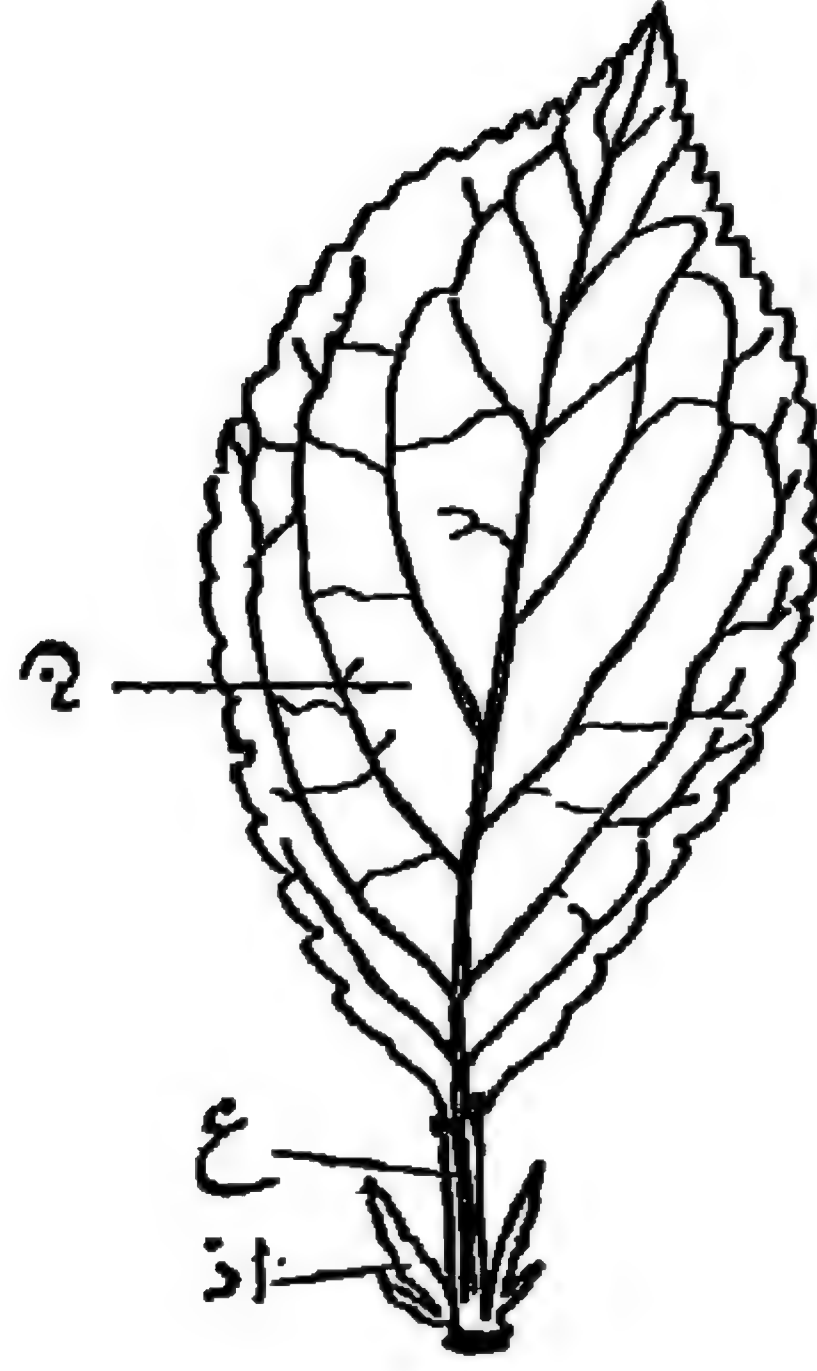
(١) تعرق النصل الورقى (Venation) — يخترق جسم الورقة عديد من الخيوط أو الأشرطة الخشبية تسمى "عروقا" أو "أعصابا" ولكن لا يستنتج من ذلك أن بناءها أو وظيفتها يماثلان العروق أو الأعصاب أو وظيفتهما فى الحيوان . ويسمى نظام بناء الأشرطة "نظام تعرق النصل الورقى" ولهذا التعرق نوعان شائعان أحدهما متواز (Parallel) وثانيهما شبكى (Reticulate) . وفى النوع الأول تكون أهم الأشرطة موازية بعضها لبعض من قاعدة الورقة الى قمته كما هو الحال فى أوراق الفصيلة النجيلية . وفى البصل والجلادىولاس وفى ذوات الفلقة المفردة على الاجمال .

أما فى الأوراق الشبكية فان الأشرطة الصغرى تكون فى الورقة على صورة نسج الشبكة . وهذا النظام صفة فى ذوات الفلقتين .

وتقسم الأوراق الشبكية قسمين تبعا لنظام الأشرطة الأصلية . وفى أحد هذين القسمين يكون للأوراق شريط مركزى يسمى "العر" (Mid-rib) يجرى فى وسط الورقة وتخرج منه أشرطة فرعية (أصغر منه قليلا) كما فى شكل (٢٤) . ومثل هذه الأوراق يقال لها "ريشية العروق" (Pinnately Veined)

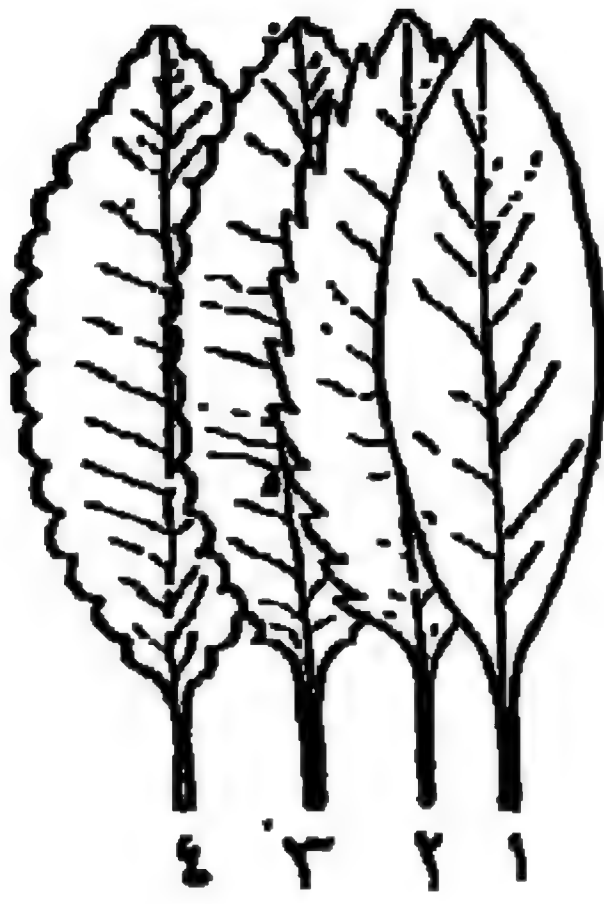
أمام

النجيلية



(شكل ٢٤)

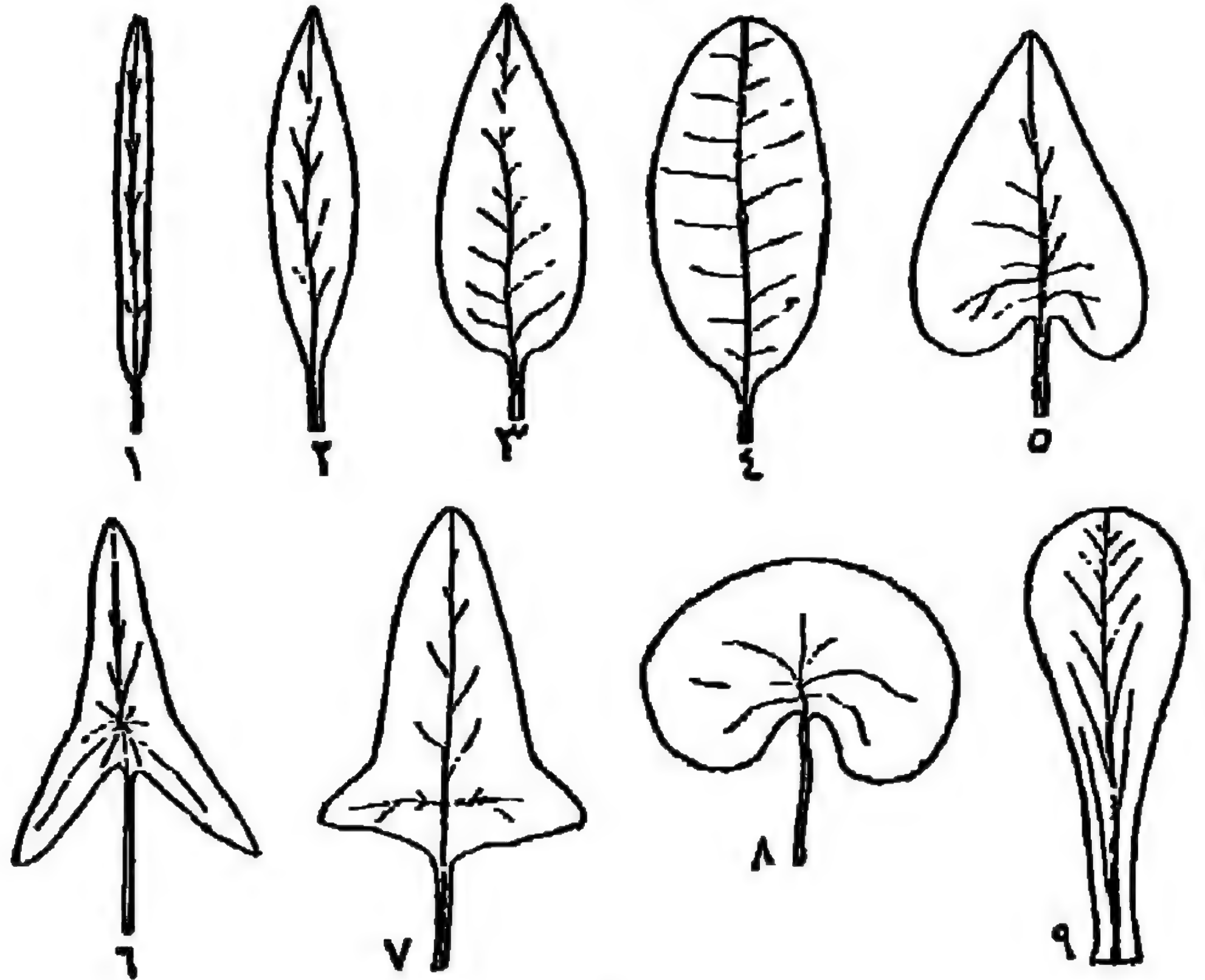
ورقة برقوق خوصية : ع = عتق أو عود ، اذ = اذنة د = نصل .



(شكل ٢٦)

حافة الورقة

- (١) كاملة ،
- (٢) منشورية ،
- (٣) مسنة ،
- (٤) مخروزة .



(شكل ٢٥)

الأشكال العادية من الأوراق (١) خيطية ، (٢) رمحية ، (٣) بيضبة ،
(٤) اهليلجية ، (٥) قلبية ، (٦) سهمية ، (٧) مزرابية ،
(٨) كلوية ، (٩) ملعقة .

ومن أحسن أمثلتها أوراق التفاح والبرقوق والخوخ وفي القسم الثاني يكون في كل ورقة أشربة قوية عديدة تبتدى من قاعدة النصل وتتشر فيه حتى تصل الى الحافة على نحو ما تكون عليه أصابع اليد عند انبساط الكف ولذلك تسمى مثل هذه الورقة "بالراحية" (Palmately Veined) وفي ورقة القطن والهدرا مثال لذلك .

(ب) أشكال النصل — قد تكون حافة النصل على أى شكل هندسى (شكل ٢٥) فاذا كان كثير الامتداد ضيقا كما هو فى نبات الفصيلة النجيلية سميت الورقة "خطية" (Linear) .

وقد تكون "رمحية" (Lanceolate) كما فى ورق لسان الحمل وقد تكون "بيضية" (Ovate) أو "إهليلجية" (Elliptical) أو "كلوية" (Reniform) أو "قلبية" (Cordate) أو "سهمية" (Sagittate) أو "ملعقية" (Spathulate) أو "مزراقية" (Hastate) .

(ج) حافة الورقة (Leaf-margin) — يكون حد نصل الورقة سويا أحيانا (Entire) كما هو الحال فى الحناء أو يكون خشنا بقلول صغيرة أو كبيرة (شكل ٢٦) .

فالأوراق التى تكون حوافها كحد المنشار تسمى "منشارية" (Serrate) وإذا كانت القلول السنية الصغيرة على زوايا قائمة مع حد الورقة سميت "مسنة" (Dentate) وإذا كان للحد نتوءات صغيرة على شكل نصف دائرة سميت الورقة "مفروضة" (Crenate) أو "محزوزة" .

فاذا كانت القلول أعمق من ذلك سميت الورقة "مفصصة" (Lobed) ، أو "مفرقة" (Parted) أو "مشرحة" (Dissected) على التوالى، تبعالما اذا كانت

الأقسام بالغلة الى منتصف المسافة بين العير والحافة أو الى ثلاثة أرباعها أو قاطعة المسافة كلها تقريبا وبما أن الفول تسير في اتجاه الأشرطة الأصلية أى عروق الورقة فإنه يوجد نوعان من الأوراق سواء كانت مفصصة أو متفرقة أو مشرحة أحدهما يسمى "المفصص الريشى" أو "المفرق الريشى" أو "المشرح الريشى" والثانى "المفصص الراحى" أو "المفرق الراحى" أو "المشرح الراحى" (شكل ٢٧) :

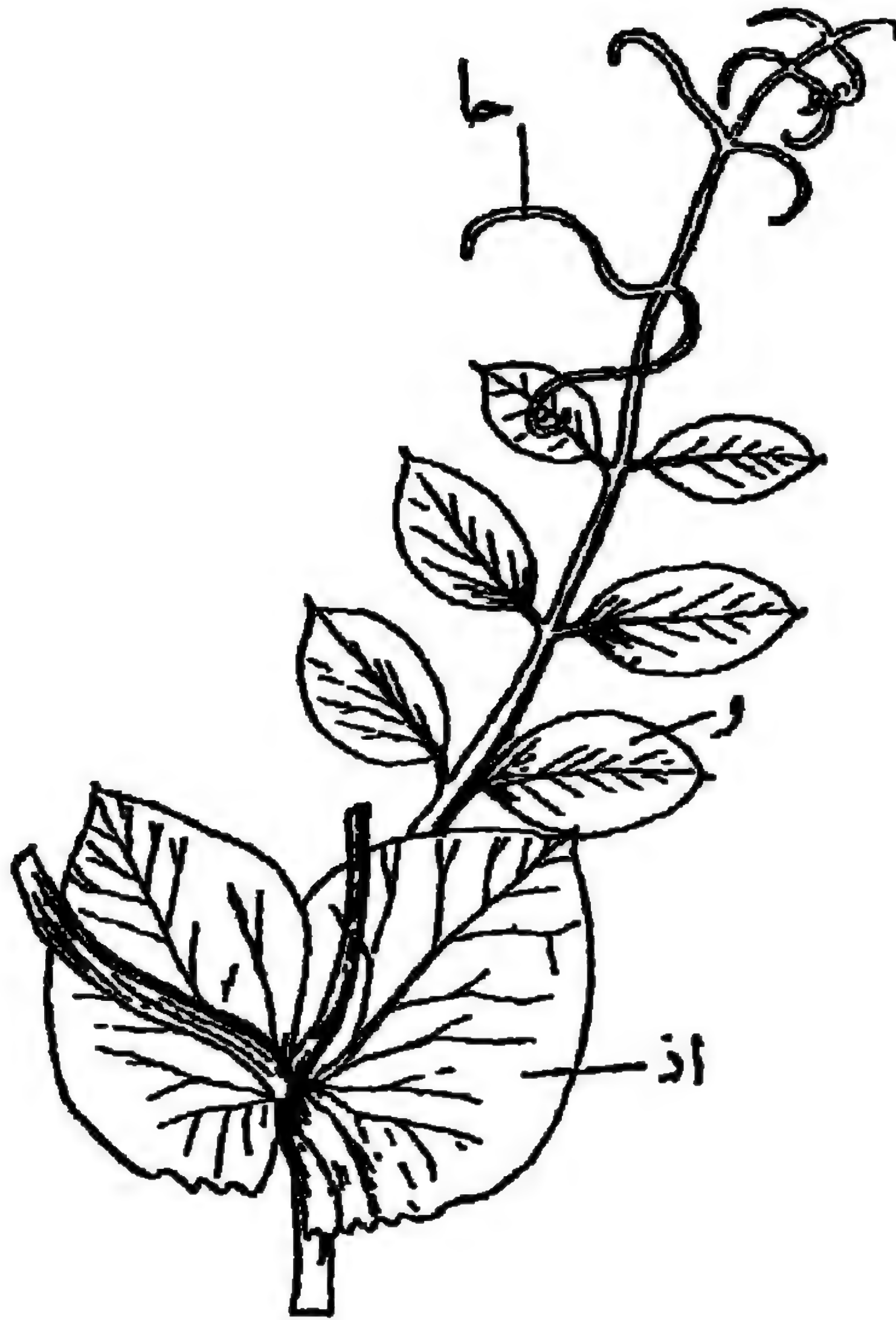
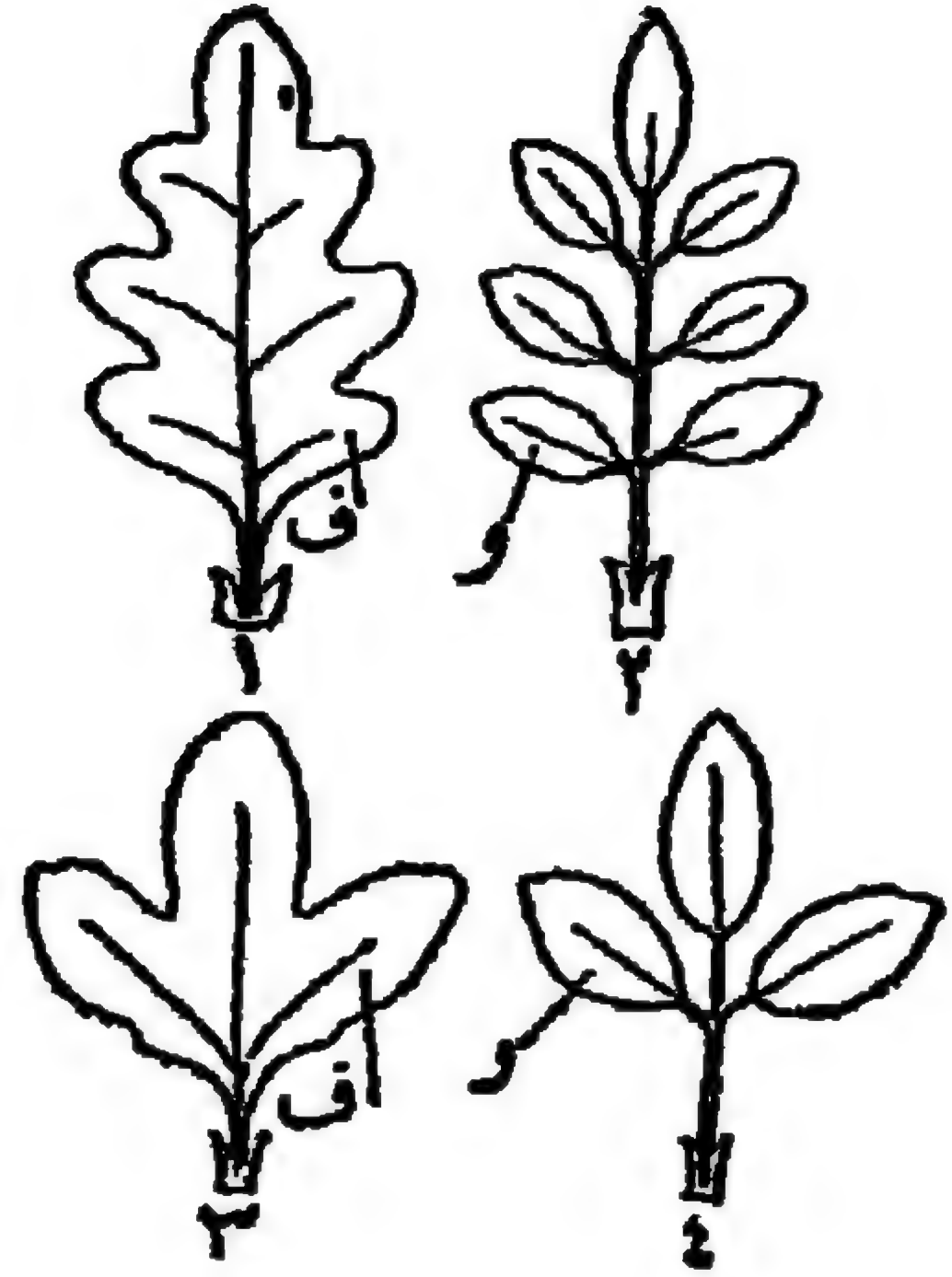
وما دامت أقسام النصل لاتصل الى الأبعاد الأصلية تمام الوصول فالورقة تسمى "بسيطة". وفى كثير من الأحوال تكون الأقسام بحيث تبدو الورقة كأن لها عدة نصول متفرقة فإذا كان الأمر كذلك فالورقة تسمى "مركبة" وتكون الأجزاء المتفرقة وريقاتها (و. شكل ٢٧) والأوراق المركبة إما أن تكون ريشية كما فى البازلاء والفول الرومى والبطاطس والورد أو راحية كما فى البرسيم والخروع والترمس .

(s) السطح — سطح النصل أملس أو أصلع وقد تكون إحدى صفحتيه صلعاء والأخرى شعرية أو تكون كلتاها مغطاة بالشعر .

القمة — اذا كان طرف الورقة محددًا سميت القمة "حادّة" (Acute) واذا امتد الى أطول من ذلك سميت "مستدقة" (Acuminate) وقد يكون "منفرجا" (Obtuse) أو "مشروما" (Emerginate) أو "مقرنا" (Mucronate) وفى هذه الحالة يبدو العير كأنه قد برز كطرف حاد . أنظر أوراق البرسيم الججازى (Lucerne) والمديكاجو (Medicago) .

تج ٣٤ : الفص أوراق أهم نباتات الحقل وغير ذلك من الحشائش وصف ثلاث منها . لاحظ أولا هل هى بسيطة أو مركبة ؟ وأظربد ذلك هل تجدد عليها أذونات وأعناق أم لا ؟ ثم صف صورتها وحاقتها وقتها وسطحها .

- (شكل ٢٧)
- (١) ورقة ريشية مفصصة بسيطة (ف) فص .
 - (٢) ورقة ريشية مركبة ، (و) ورقة .
 - (٣) ورقة راحية مفصصة بسيطة ، (ف) فص .
 - (٤) ورقة راحية مركبة ، (و) ورقة .



- (شكل ٢٨)
- ورقة مفردة مركبة من نبات البازلاء : اذ = اذنة ، (و) ورقة ، (ح) حلق .

٣ — الأوراق المتنوعة أو المعدولة (Modified leaves) — قد يوجد على النباتات أجسام لا تشتمل في تركيبها على كل أجزاء الورقة الخوصية ولكنها تعتبر أوراقا نظرا إلى أصلها وموضعها من النبات وإلى أنها كثيرا ما تحمل براعم في آباطها وقد تتقلب في بعض الظروف أوراقا خضراء معتادة .

ولكثير من هذه الأوراق المتنوعة أى المعدولة صفات خاصة كما هو مبين بعد من حيث موضعها من الساق أو من حيث بناؤها ولونها أو غير ذلك من الخصائص .

(١) الفلقات أو أوراق البزرة — هذه أول الأوراق التي يحرزها النبات الزهرى وتكون كلها تقريبا بسيطة سوية ولا أذنان لها وبعض الأشجار (كالصنوبر والأرز) بادرات لها فلقات عدة ولكن ذوات الفلقتين تشتمل في العادة على فلقتين (شكل ٥) . أما ذوات الفلقة المفردة من النباتات فلا يوجد بها إلا واحدة .

والفلقات في بزور الفول والبازلاء بمثابة مخزن للغذاء الذي يتوقف عليه نمو البادرة في أول عهدها . أما في الغلال والنجليات فإن أهم عمل تعمله الفلقة هو امتصاص الأندوسپرم الذي في البزرة ونقله إلى الأطراف النامية من الجذر الصغير والفرخ . أما في اللفت والقطن وكثير من النباتات فالفلقات تظهر على وجه الأرض وتقوم بعملية التمثيل فتسلك بذلك مسلك الأوراق الخوصية المعتادة .

(ب) الحراشيف — هذه الحراشيف في العادة أجسام ورقية غشائية رقيقة وتكون بالأجمال سمراء أو بيضاء أو ضاربة إلى الصفرة ؛ وهى إما أن تكون أوراقا كاملة أو أذنان وأغمد لأوراق لم يتم تكوّن نصلها . وتوجد الحراشيف

غالبا على السوق التى فوق الأرض بمثابة غطاءات لبراعم الشجر والشجيرات تحمى باطن البراعم من الصقيع والحر والمطر ومن غشيان الحشرات . وتوجد الحراشيف دائما على السوق الأرضية من النباتات المعمرة . وتختلف إذ ذاك فى حجمها كثيرا . فعلى الريزومة من نبات البطاطس مثلا تكون صغيرة غشائية . أما أوراق البصلة الساكنة فحراشيف كبيرة بعضها غليظ شحم غاص بالغذاء .

(ج) القنابات والقنبيات (Bracts and Bracteoles) — الأوراق التى توجد على الساق فى النقط التى تظهر فيها الأزهار أو النورات يقال لها القنابات والقنبيات (أنظر صفحة ٧٦) وهى تختلف فى حجمها ونسجها (Texture) ولونها اختلافا كبيرا وفى بعض النباتات لا يمكن تمييزها من الأوراق الخوصية الخضراء العادية إلا بتبين موضعها . بل الأغلب أن تكون أولية تشابه الحراشيف تقريبا . وتسمى القنابات النصلية التى تكتنف أزهار النجيليات ” بالقنايع “ (Glumes) وفى النخل توجد قنابة عظيمة تشتمل على كل النورة وهذه تسمى ” بالقحف أو بالكافور “ (Spathe) أو ” الكوز “ ” والقنابات “ الزهرية وضاعة اللون أحيانا . مثال ذلك : قنابات النبات المعروف فى مصر ببنت القنصل (يوفوريا) .

(د) الأوراق الزهرية — الأوراق الخاصة التى تكون أهم أجزاء الزهرة يقال لها ” الأوراق الزهرية “ (أنظر الفصل الآتى) .

(هـ) الشوك الورقى (Leaf-spines) — فى بعض الشجيرات والأشجار توجد فروع تكون قد تنوعت حتى أصبحت شوكا قصيرا صلبا . فأما كون هذا الشوك فروعا أو غصونا فظاهر من أنه فى الغالب يحمل أوراقا صغيرة وبراعم ولكن فى بعض النباتات كالتين الشوكى لا يكون الشوك بالطبع فروعا بل أوراقا .

معدولة لأنه يغلب ظهور براعم وسوق في آباطها وفي بعض الأحوال تشاهد كل أدوار التنقل في التنوع بين الورقة العادية والشوكة المتفرعة على نفس النبات .

(و) المحاليق الورقية (Leaf tendrils) — في الفول الرومى وفي البازلاء (شكل ٢٨) تتنوع الوريقات الطرفية فتصبح خيوطا رفيعة تسمى "محاليق" وهذه المحاليق تشعر باللامسة فتلتف حول أى شيء صغير تلمسه وفي بعض النباتات كالكروم وزهرة الآلام (Passion flower) لا تكون المحاليق أوراقا بل غصونا متنوعة .

تج ٣٥ : الحصى فلقات بؤادر الحشائش التى تنبت فى أراضى البساتين وفى الأراضى الزراعية ولاحظ الفرق بينها وبين الأوراق الخوصية الأولى .

الحصى فلقات بؤادر المغلات الحقلية الشائعة .

تج ٣٦ : الحصى حراشيف بصلة وزرجسة والحصى أيضا ما على السوق الأرضية من نبات البطاطس وغيره من النباتات .

تج ٣٧ : الحصى أشواك التين الشوكى والكراچيس وهل هى أوراق أم غصون متنوعة ؟ وقارن بالتجربة ٢٧ .

تج ٣٨ : لاحظ صورة المحاليق وموضعها فى الفول الرومى والبازلاء (أولا) وهى مطلقة غالقة (وثانيا) وهى ملتفة حول دعامة .

٤ — نظام الأوراق (Leaf-arrangement) — قد تبدو الأوراق للرأى كأنها على النبات بغير نظام ولكن يتبين بعد الفحص الدقيق أنها موزعة على الساق بنظام محدود جدا يكون فى العادة ثابتا فى كل نوع من أنواع النبات ففى بعضها — كما فى "ليونوتيس" (Leonotis) وفى اللاميوم (Lamium) والجاليوم (Galium) تظهر ورقتان أو أكثر عند نفس الكعب من الساق .

فتسمى كل مجموعة من الورق إذ ذاك "سوارا" (Whorl) والأفراد المكونة لهذا السوار تكون دائما منفصلة بعضها عن بعض بمسافات زاوية منتظمة

(Angular) . فاذا وجدت ورقتان عند الكعب كانت كل منهما على مسافة من أختها تساوى نصف محيط الساق ، أى هما مقابل بعضهما بالدقة ولا تكونان فى جانب واحد فاذا ظهرت ثلاث أوراق تمتد الكعب الواحد ابتعدت كل واحدة منها عن أختها بمسافة زاوية قدرها 120° أو ثلث المحيط وهلم جرا .

وفى كثير من السوق لا تكون الأوراق فى أساور بل تكون موزعة وهى منفردة على طول الساق بحيث لا تنشأ عند كل كعب إلا ورقة . مثل هذا النظام يسمى "بالمبادل اللولبي" أو (Spiral) وإذا رسم خط من قاع الفرخ الى رأسه بحيث يترقباعدة كل ورقة على التتابع رسم الخط لولبيا . وإذا قيست المسافات بين الأوراق على طول الساق وجد أنها مختلفة فبعضها يكون على مسافة قيراط من بعضه وبعضها على مسافة قيراطين أو يزيدان على أن مسافاتها الزاوية الكائنة بين الأوراق تكون محدودة ومنتظمة كما هو الحال فى النباتات ذات النظام السوارى ويعبر عن الافتراق أو مسافة الزاوية فى العادة بكسر من المحيط . ففى النجيليات يكون الافتراق $\frac{1}{4}$ أى أن اللولب فى مروره من ورقة لأخرى يلف حول نصف محيط الساق وفى السرو (Cyprus) يكون الافتراق $\frac{1}{3}$ أما فى الكمثرى والبرقوق فإن مسافة الزاوية $\frac{2}{5}$ من المحيط والافتراقات التى يغلب مشاهدتها هى $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{5}$ و $\frac{3}{8}$ و $\frac{5}{13}$. وبعد الفحص يرى أن هذه الأوراق اللولبية النظام هى فى سطور طولية مستقيمة على طول السوق . والنباتات ذات الافتراق الذى يساوى $\frac{1}{4}$ المحيط يكون لها سطران وما كان الافتراق فيها $\frac{1}{3}$ ثلاثة أسطر وما كان $\frac{2}{5}$ خمسة أسطر وهلم جرا تبعاً لما يدل عليه رقم المقام من الكسور .

إذا انتخبنا أى ورقة من سطر من الأسطر وتبعنا طريق اللولب حول الساق وهو يلمس كل ورقة متتالية حتى يصل الى ورقة أخرى على نفس السطر كان عدد الورقات الملموسة من غير أن نعد الورقة التى منها ابتدأنا

مساويا لرقم المقام من الكسور الدالة على مقدار الاقتراق الزاوى وكان البسط دالا على عدد اللفات الكاملة التى يسير فيها اللولب حول الساق . مثال ذلك : اذا كان اقتراق زوايا الأوراق على فرخ شجرة كثرى $\frac{2}{5}$ وانتخبنا ورقة بمثابة نقطة للابتداء فان الخط اللولبي يمر مرتين حول الساق حتى يصل الى الورقة الثانية من نفس السطروفي سيره كذلك يلمس قواعد خمس أوراق . ولكي يمكن معرفة نظام الأوراق على أى فرخ يجب ملاحظة قواعد الأوراق لا النصول إذ أن موقع النصول انما يتأثر بمؤثرات خارجية ولا سيما بالضوء وبقوة الثقل . وقد يحدث أن تلتوى السوق أثناء نموها فيترتب على ذلك انتقال الأوراق من مواضعها الطبيعية ، هذا وانتظام الأوراق على السوق يتوقف على ما فى النبات الحى من القوى الباطنية فبنمو النبات على هذه الحالة تكون جميع الأوراق معرضة بالتساوى للضوء والهواء ويكون وقوفها فى سبيل احتياجات غيرها أقل منه فيما لو كانت موزعة بلا انتظام .

تج ٣٩ : الفحص نظام الأوراق على فراخ النباتات الشائعة فى الحقول وعلى الأشجار والحشاش وصفها .

٥ — نظام البراعم (Bud-arrangement) — بما أن البراعم تنشأ عادة فى آباط الأوراق فان نظام البراعم على الأشجار فى الشتاء يكون مشابها لنظام الأوراق فى الصيف الذى سبق .

ولا شك أن معرفة موضع البراعم ونظامها على فراخ النباتات معرفة دقيقة أمر مهم فى عملية التقليم التى يراد بها حمل البراعم على أن تفرخ فروعاً تتجه فى سبيل معينة .

٦ — اقبال الورق (Leaf-fall) أى سقوطه : "دائمة الاخضرار" (Evergreens) — فى غالب الأشجار والشجيرات ذات الأوراق العريضة التى تنمو فى المناطق المعتدلة تعيش الأوراق التى تخرج من البراعم فى الربيع مدة

فصل نمو واحد ثم تسقط جميعها قبل دخول النباتات في دور استراحة في الشتاء التالى . على أن بعض الشجيرات والأشجار تكون مكسوة بأوراق خضراء في جميع أوقات السنة . وتسمى هذه النباتات "بدائمة الاخضرار" . ففي هذه النباتات لا تنفض الأوراق المتكونة في الربيع من البراعم في فصل الخريف أو الشتاء ولكنها تبقى أحيانا بضعة فصول قبل موتها الذى يعقبه الاقبال . ويتوقف طول الزمن الذى تمكثه ورقة ما يسمى "بدائم الاخضرار" من النبات بعد نشوئها على نوع الشجرة وعلى المناخ والموقع والتربة وغير ذلك من الشرائط .

ففى الحناء مثلا تبقى الأوراق فى الغالب على العساليج أثناء الشتاء وتسقط عند تفتح براعم جديدة فى الربيع وفى بعض المخروطيات لا تعبل الأشجار حتى تبلغ من العمر عشر سنين أو أكثر .

وتنفصل الورقة عادة من الفرخ الذى يحملها عند نقطة قريبة منه . وتبقى مكانها على الفرخ علامة ظاهرة تسمى "ندبة الورقة" . وتبقى المخاطر التى تنشأ من وجود جرح مفتوح بتكون طبقة واقية من الفلين فوق سطح الندبة وهذه الطبقة تنشأ قبل سقوط الورقة بالفعل بمدة ما .

وليس اقبال الورق مجرد وقوع الميت الذابل منه ولكنه عملية فيسيولوجية مستقلة لا تحصل فى الأوراق التى تقتل قبل بلوغها بفعل الصقيع أو الحرارة المفرطة . وفضلا عن ذلك فإن الأوراق لا تسقط فى أوائل الصيف من فروع الأشجار والشجيرات التى تنكسر أو تقطع .

تج . ٤ : لاحظ طريقة اقبال الورق فى الشائع من الشجيرات والأشجار والتفت الى ما كان منها ذا أوراق مركبة . لاحظ شكل الندوب الورقية وحجمها . حاول تقدير الزمن الذى تمكثه الأوراق على أشجار التنوب (Fr) والحناء والصنوبر وغير ذلك من النباتات دائمة الاخضرار .

الفصل السادس

الزهرة

١ — ان الجذر والساق والأوراق الخضراء التي دار عليها البحث في الفصول الثلاثة السابقة يطلق عليها اسم "الأعضاء الخضرية". على أننا ان كنا قد عنيينا منها بأمر تشريحها أو أصلها وبشكلها ونسبة بعضها الى بعض يحسن بنا أن نشير هنا الى أن العمل الذي تقوم به هذه الأعضاء لمنفعة النبات إنما هو مختص على الأخص بحفظ حياة الفرد الذي يحمل هذه الأعضاء .

٢ — على أنه لا يلبث عاجلا أو آجلا أن تنشأ ازهار على النبات وظيفتها الخاصة التناسل . يتولد في هذه الأزهار بزور تشتمل على أجنة قادرة على النشوء حتى تصبح جيلا آخر من النباتات عند سنوح الفرصة .

ولا بد لنا قبل البحث في عمل الزهرة أن نتعرف شكل أجزائها وترتيبها ولذلك يجدر أن نبدأ بدراسة مثل بسيط منها كزهرة الشليك الشائعة وإليك قطاعا منها (شكل ٢٩) .

في وسط الزهرة يرى محور مخروطي الشكل ذو حافة منبسطة حول قاعدته . وهذا المحور هو ملحق بالعشكال أو السويقة الزهرية يسمى "الحامل الزهرى" (Receptacle) أو "قرص الزهرة" (Torus) . وعليه يوجد عدد كبير من الزوائد الجانبية مرتبا ترتيبا خاصا ويوجد من هذه الزوائد أربعة أشكال . فإدناها أى أبعداها من قمة القرص زوائد خضراء في لونها وتشبه في ظاهرها أوراقا

بسيطة صغيرة سوية سليمة وهذه متصلة بالسطح الأسفل من الحافة المنبسطة .
ويوجد من هذه الزوائد عشر مرتبة فى سوارين كل منهما يشمل خمساً والسواران
أحدهما فوق الآخر . فالسوار الأعلى يسمى "كأس الزهرة" (Calyx) وكل
عضو من مكوناته يسمى "سبلة" (Sepal) ويسمى السوار الأسفل
"بالكأس السفلى" .

ويوجد فوق السبلة مباشرة خمس أوراق بيضاء عريضة متعاقبة مع السبلات
وموضوعة على حد الحافة المنبسطة . هذه الأوراق هى البتلات (Petals) التى
يتكون من مجموعها تويج الزهرة (Corolla) .

فى باطن سوار البتلات توجد الأمدية أو الأوابر (Stamens) ^(١) وهى
عديدة . وتشمل كل سداة أو آبرة على ساق أشبه شئ بالخيط وهذه الساق
تحمل على طرفها جسماً صغيراً متنفخاً . ومجموع الأمدية أو الأوابر يسمى
"الاندروسيوم" (Andrcium) .

وفى مركز الزهرة على الجزء المخروطى المرتفع من القرص يوجد متسق من
أجسام صغيرة خضراء اللون أو سمرء على شكل الدورق وكل منها أجوف .
هنا أى فى باطن هذه الأجسام الدورقية تتكون بزور النبات وكل من هذه
الأجسام يسمى "القربلة" (Carpel) ويسمى مجموع هذه القربلات
"جيناسيوم الزهرة" (Gynoecium) ^(٢) أى خدر الزهرة .

٣ — هذا وزهرة النبات وإن كانت مختلفة من وجوه عدة عن أى شئ
فحصناه فيما سبق إلا أنها فى الحقيقة شكل من أشكال الفرخ البسيط أو الساق عليها

(١) من أبر النخل أى أمده بالطلع (المعرب)

(٢) جيناسيوم معناه بيت المرأة — كذا فتره صاحب القاموس النباتى فلا جناح أن نسميها

"خدرا" (الخدرييت المرأة) . المعرب .

أوراق . على أن أجزائها جميعها قد تنوعت لتقوم بمهمة تكوين البرور . ومشايتها لفرخ نباتى بسيط ذى سلاميات قصيرة غير مدركة لأول وهلة وإنما يظهر ذلك من درس أصلها وموضعها على النبات ومن فحص الأزهار التى تشوها الظروف . تشغل الزهرة من النبات مكان فرخ منه وهى تنشأ إما على قمة ساق أو فى أبط ورقة . وقرصها ، وإن كان يقف فى العادة عن التوفى زمن قريب ، يستمر فى نموه فى الغالب من خلال مركز الزهرة ويتكشف بعد ذلك عن فرخ نباتى مورق . وتشغل السبلات والبتللات والأوابر والقربلات مكان الأوراق على القرص أو محور الزهرة . وهى زوائد جانبية من القرص تعرف "بالأوراق الزهرية" (Floral leaves) . وزد على ذلك أن الصورة الورقية فى السبلات والبتللات تكون فى العادة ظاهرة . وفما يسمى بالأزهار المزدوجة تبدو الأوابر والقربلات بعضها أو كلها كأنها بتلات .

٤ - نظام الأوراق الزهرية وتناظرها وعددها : إذا انتظمت الأوراق الزهرية جميعها فى أساور سميت الزهرة "سوارية" (Cyclic) فإذا كانت على خط لولبى على القرص سميت "غير سوارية" (Acyclic) ويطلق لفظ "نصف سوارية" (Hemicyclic) على ما كان نصف أوراقها على شكل سوار ونصفها على شكل لولب .

وفى العادة تكون الأساور المتوالية متبادلة بعضها مع بعض . فالبتللات مثلا لا تكون بازاء السبلات بل تشغل المسافات الكائنة بين الواحدة والتى قبلها من السبلات وكذلك الأسدية تتبادل مع البتللات وتتبادل القربلات مع الأسدية .

وكثيرا ما تكون أفراد كل سوار منفرد متشابهة فى أشكالها وحجمها . فإذا كانت الزهرة كذلك سميت "منتظمة" فاما إذا لم يكن الأمر كذلك كما فى البازلاء

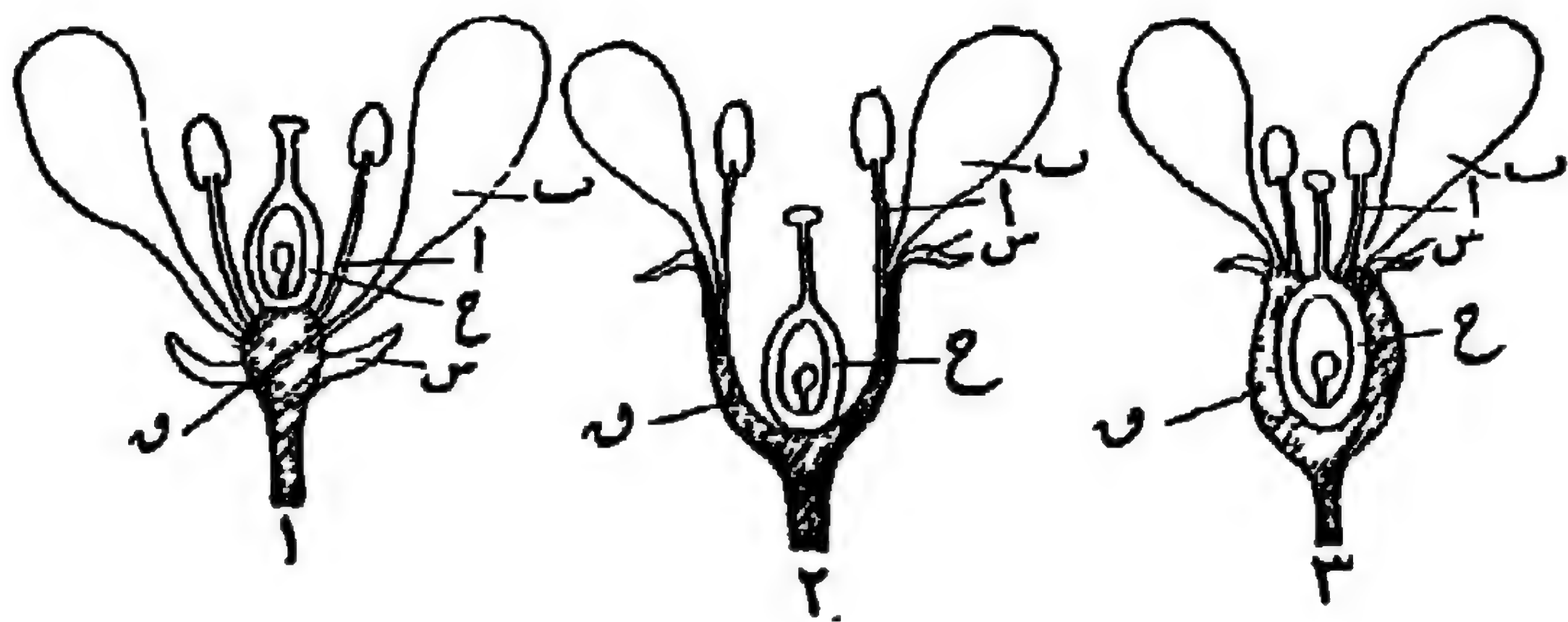
والبنفسج حيث يكون بعض البتلات أكبر من بعض فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير منتظمة".

وكل تلك الأزهار التى يمكن أن تقسم نصفين متساويين ومتشابهين بمستوى يمر وسط محور القرص تسمى "متناظرة" (Symmetrical) والأزهار المنتظمة يمكن أن تقسم فى العادة نصفين بواسطة مستويات تمر وسط المحور فى جهات مختلفة عدة وتسمى "أزهارا متشعبة" (Actinomorphic) أو كوكبية ومن الأمثلة على ذلك زهرة "الاستلاريا" (Stellaria) والخشخاش والكرنب . فاما ما يمكن تقسيمه قسمين متساويين فى اتجاه واحد فقط فتسمى (Zygomorphic) أوفقية مثل زهر الفول والبازلاء .

وعدد الأفراد المكونة لكل سوار فى الزهرة عرضة لكثير من التغيرات ولكن سيئين أن كل سوار من ذوات الفلقة المفردة من النباتات يشتمل على ثلاث ورقات زهرية أو على مضاعف بسيط لهذا العدد (مثل ستة وتسعة) . فاما فى ذوات الفلقتين من النباتات فالأوراق الزهرية تكون رباع أو خماس . والزهرة الأتمودجية التى سبق شرحها تشتمل على أربعة أنواع من الأوراق الزهرية متميزة بعضها عن بعض . وتسمى "زهرة كاملة" وقد توجد أزهار يكون مفقودا منها متسق واحد أو أكثر من الأوراق الزهرية سواء كان ذلك المتسق هو الكأس أو التويج أو الأندروسيوم أو خدر الزهرة . فاذا وجد مثل هذا فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير كاملة" . مثال ذلك : زهر الخروع والصفصاف .

٥ - القرص الزهرى — يكون القرص الزهرى فى الكرنب محورا مخروطيا وتكون أساور الأوراق الزهرية مرتبة عليه على مستويات متدرجة الى أعلا ويكون خدر الزهرة فى أعلى نقطها والكأس فى أدناها وبينهما التويج والاندروسيوم .

(شكل ٢٩)



(شكل ٣٠)

قطاع رأسي بياني مارفي (١) زهرة هيوجينية أي سفلية الالتحام ؛ (٢) زهرة بريجينية أي دائرية الالتحام ؛ (٣) زهرة اييجينية أي علوية الالتحام (ق) القرص الزهري (س) سبلة الكأس (ب) بتلة التويج (أ) سداة من مجمع الاسدية أي المأبر (خ) خدر .

والقرص في كثير من الأحوال أغلظ من هذا وأقصر ولكن الموضع النسبي للأجزاء التي عليه يكون واحدا وللازهار التي كزهرة الكرب، والخشخاش والفجل تويجات واندروسيومات مغروزة على القرص عند مستوى أدنى من الخدر ومفصولة عنه تسمى "هيوجينية" (Hypogynous) أي سفلية الالتحام ويوصف الخدر إذ ذاك بأنه علوى (رقم ١ . شكل ٣٠) .

في المشمش تقف قمة القرص عن النمو مبكرة ، ولكن الأجزاء التي تكون تحت القمة تنمو حولها وتكون إذ ذاك فجوة على شكل حوض توجد الكأس والتويج الأسدية مصفوفة على حافته .

والخدر وهو مكون من قرلة بسيطة منفصلة موضوع عند قاع هذا القرص الأجوف (رقم ٢ . شكل ٣٠) إذ أن هذه النقطة هي القمة الحقيقية من المحور الزهرى .

فالأزهار التي يكون فيها التويج الأسدية مرتبة على حافة قرص أجوف قليلا أو كثيرا ومحيطه بالخدر المنفصل تسمى "بريجينية" (Perigynous) بريجية أي دائرة الالتحام ويوصف الخدر إذ ذاك بأنه علوى كما في الازهار الهيوجينية (السفلية الالتحام) ومن الأمثلة على ذلك أزهار البرقوق والشليك . وجزء القرص الذي يحمل الخدر في الشليك كتلة صلبة ، ولكن باقى القرص يكون حول هذا الخدر حافة منبسطة تحمل البتلات الأسدية .

وفي بعض الأزهار يكون القرص أجوف كما في المشمش ولكن القربلات تكون في هذه الحالة مكتنفة بجدران القرص اكتنافا وملتصقة به التصاقا تاما لاسائبة منه حتى يبدو القرص والخدر كأنهما جسم واحد وتكون مبيضات القربلات دفيئة في القرص لا تظهر منها إلا مياسمها (Stigmas) وتكون أجزاؤها

العليا متفصلة بعضها عن بعض . فى مثل هذه الأزهار تلوح السبلات والبسات والاسدية كأنها قد تكونت على الجزء الأعلى من الخدر أو على مبيضه والحقيقة أنها تخرج من القرص الذى يحيط بالمبيض جميعه ويكون متحدا به اتحادا تاما . والأزهار التى من هذا النوع تسمى "أبيجينية" (Epigynous) أى فوقية الالتحام ويكون الخدر إذ ذاك سفليا (رقم ٢ . شكل ٣٠) .

ومن الأمثلة على ذلك أزهار التفاح والكثيرى والجوافة والجزر . ولا يمكن معرفة حدود الخدر والقرص على حقيقتها أو رؤيتها فى الأزهار المستكملة النمو . وفى بعض الأحوال لا تمكن التفرقة بينهما على أن الوصف السابق والرسم التخطيطى (شكل ٣٠) كافيان لمساعدة الطالب على تمييز الأزهار الفوقية الالتحام من سفلية ودائريته .

٦ — الأجزاء غير الأساسية من الزهرة: الكم (Perianth) — أساور الكأس والتويج من الأوراق الزهرية تكون ما يسمى "كم الزهرة" (Perianth) . وبما أنها لا عمل لها مباشرة فى تكوين البزور فقد سميت "بالأجزاء غير الأساسية من الزهرة" .

وإذا كانت أحد أساور الكم مفقودا كما فى زهرة الزربيع (فسا الكلاب) (Chenopodium) . وشقائق النعمان سميت الزهرة وحيدة السوار (Honochlamydeous) وإذا غاب منه كلا الكأس والتويج سميت الزهرة "عارية" أو "عاطلة" (Achlamydeous) كما هو الحال فى أزهار الصفصاف .

٧ — الكأس — تكون الكأس غطاء واقيا لباقي أجزاء الزهرة فى طفولتها وهذه الكأس إما أن تسقط عند تفتح الزهرة وتسمى إذ ذاك "بالكأس الساقطة" (Caducous) أو تبقى ملتصقة بالقرص لمدة غير محدودة فتسمى "بالكأس

الثابتة“ (Persistent) . والكأس في العادة خضراء اللون ولكن ربما تلونت بلون آخر فسميت ”بتلية“ (Petaloid) والكأس التي تشتمل على ميبلات سائبات كما في زهرة الكرنب يقال لها سائبة السبلات (Polysepalous) أما ما كانت سبلاتها متحدة كما في زهرة الباذلاء فتسمى ”متحدة السبلات“ (Gamosepalous) .

أما في الجعضيض وعباد الشمس والطرطوقة وغيرها من نباتات الفصيلة المركبة (Compositae) فتكون الكأس على شكل حلقة من الشعر تعرف ”بالكأس“ الزغبية (Pappus) وهذه تستكمل نموها بعد ذبول التويج مباشرة وتساعد الريح على حمل البزور في عليها الى مسافات بعيدة .

٨ — التويج — هذا الجزء من الزهرة يكون في العادة زاهرا اللون ووظيفته جذب الحشرات وإذا كانت البتلات المكونة له منفردة بعضها عن بعض كما في زهر الشليك والورد سمي التويج ”سائب البتلات“ (Polypetalous) فأما إذا كانت البتلات متحدة فالتويج يسمى ”متحد البتلات“ (Gamopetalous) كما في زهرة العليق ، والداتورة .

الأجزاء الأساسية من الزهرة

٩ — الاندروسيوم (المأبر) والجينيسيوم (الخدر) مختصان مباشرة بتكوين البزور كما سيأتي القول (فصل ٢٢) وتسمى لذلك ”بالأجزاء الأساسية من الزهرة“ .

١٠ — المأبر — يشتمل المأبر على أوابر أي أسدية كل منها كما سبق القول ورقة معدولة وان كان ظاهرها وبنائها مخالفا جذا المخالفة للبتلات والسبلات المكونة للكم . والسداة تشتمل في العادة على جزء كثير الاستطالة أو قليلها أشبه شئ بالخيط يسمى ”الخويط“ (Filament) . يسيط به جزء أسمك متنفخ يسمى ”الملك“ (Anther) (شكل ٣١) . والملك يشتمل على

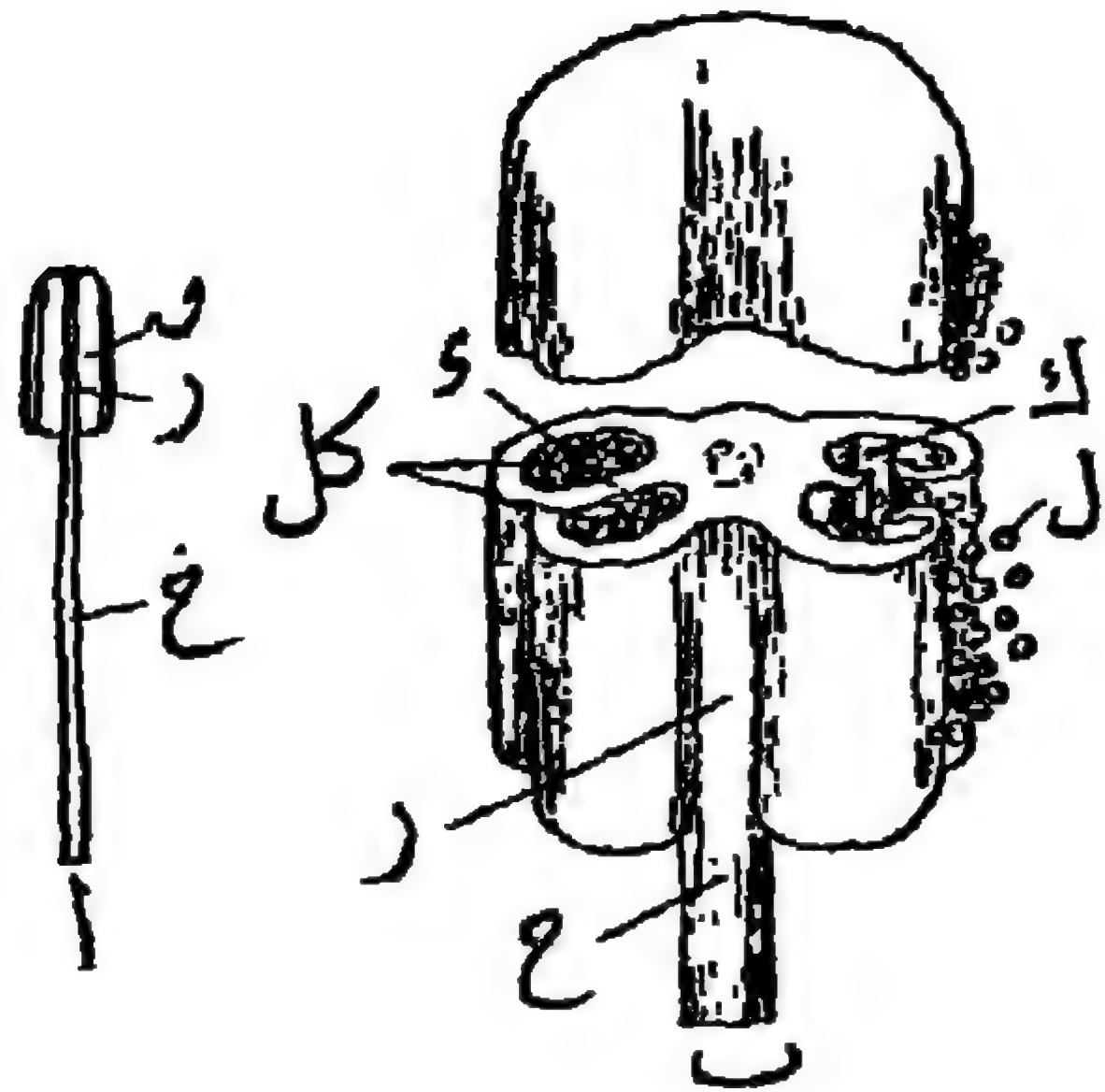
نصفين مستطيلين نوعا هما فصا المتك (Anther-lobes) (١) وهذان متآزيان فى العادة على الجزء الأعلى من الخويط . وجزء الخويط الذى يصل الفصين بعضهما ببعض يسمى "الرابط" (ر) .

وفى باطن كل فص متكى على استطالته حجرتان أو تجويفان يسمى كل منهما "وعاء الطلع" (Pollen-sacs) يتولد اللقاح فيما عادة على شكل حبوب سائبة كرية أو بيضية تسمى "الكبرى" أو "حبوب اللقاح" . وهذه الحبوب تكون وهى فى حالة الطفولة محصورة فى فصى المتك حصرا تاما ولكن بعد ابتسام الزهرة بزمان ما يتمزق الحاجز الكائن بين وعائى الطلع وينفتح فصا المتك بشقين طوليين على طول الحمة الوعائين . (ب . شكل ٣١) فتتطلق حبوب اللقاح على شكل دقيق وفى بعض الأحوال تثبت حبوب اللقاح من مسام أشبه شئ بالصمام بالقرب من رأس المتك .

ويغلب أن تكون الأسدية ظاهرة وسائبة تماما بعضها من بعض كما فى زهرة الشليك ، ولكن خويطات الأسدية فى بعض الأزهار تكون متحدة ولا يكون سائبا منها إلا المتوك . فاذا كانت الخويطات كلها متحدة سميت الأسدية "وحيدة الحزم الخويطية" (Monadelphous) فاما اذا كانت هناك زمرتان من الأسدية المتحدة أو أكثر سميت "ثنائية الحزم الخويطية" (Diadelphous) و "متعددة الحزم الخويطية" (Polyadelphous) على التوالى .

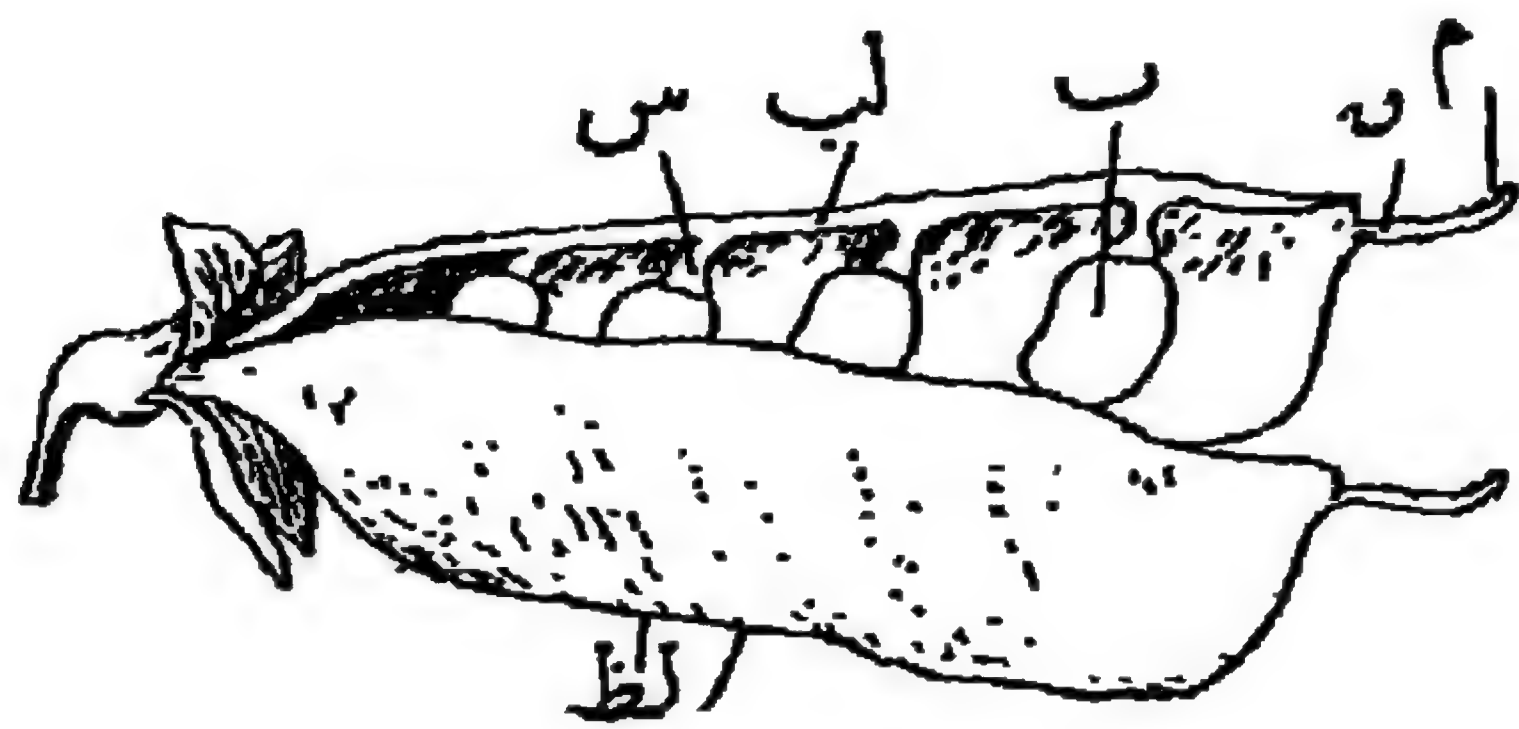
فى أزهار الطرطوفة وعباد الشمس والقرطم والعصفور والخس وأكثر نباتات الفصيلة المركبة تكون المتوك متحدة والخويطات سائبة ومثل هذه الأسدية تسمى "حلقية" (Syngenesious) .

والأسدية المتصلة بالبتلالات كما فى زهرة البطاطس تسمى "مندغمة" (Epipetalous) فيها .



(شكل ٣١)

(١) شكل عادي من السداة : (خ) خويط (ف) نص ، متكى (ر) الرابط . (ب) منظر بناء السداة من الداخل (خ) خويط (ر) الرابط على جانبيه الفصان المتكيان ، (كل) كيسا اللقاح بينهما حاجز (و) والمتك صغير السن ؛ وفي اليمين يرى الفص المتكى وقد نشق واطلق حبوب اللقاح (ل) ، (ك) كيس لقاح فارغ .



(شكل ٣٢)

قرنة بازلاء (قربلة مفردة) . لب = لحام بطنى أوانسى ، لظ = لحام ظهري أورحشى ، ق = قلم ، م = سطح ميسى ، س = سر البزرة ، ب = بزرة .

١١ - الخدر - الخدر مكون من قربلات كل منها يشتمل في العادة على ثلاثة أجزاء (١) جزء أجوف متفخ يقال له "المبيض" (Ovary) (٢) جزء رفيع مستطيل قليلا أو كثيرا يسمى "القلم" (Style) يوجد (٣) الميسم (Stigma) على رأسه. وفي كثير من الأحوال يكون القلم مفقودا وعلى ذلك يكون الميسم جالسا (Sessile) على الجزء العلوي من المبيض مباشرة. وفي جوف المبيض توجد أجسام صغيرة كرية الشكل أو بيضية تسمى "بيضات" (Ovules) وهذه تنمو وترتقي بطرؤف خاصة سند كرها بعد حتى تصبح بزورا. والجزء الكائن في المبيض والذي تكون البيضات محمولة عليه يسمى "بالمشيمة" (Placenta). وقد تعتبر القربلة ورقة مطوية على استطالة العير وملتحمة عند حافتيها. ويسمى الخط المعادل للحافتين الملتحمتين من الورقة "لحام القربلة البطنى" أو "الانسى" (Ventral suture) وعلى استطالة هذا اللحام تكون البيضات متصلة في صفين يتبع كل حافة منهما صف. والخط المعادل لعير الورقة المطوية يسمى "باللحام الظهرى" أو "الوحشى" (Dorsal suture) هذه الأجزاء يمكن رؤيتها مباشرة في قرنة البازلاء (شكل ٣٢) التى تشبه ورقة خضراء مطوية شبا كبيرا.

وقد يشتمل الخدر على قربلات منفصلة كما فى الورد والشليك وفى هذه الحالة يسمى "سائب القربلات" (Apocarpous) ولكن يغلب اتحاد القربلات ويسمى الخدر لذلك "متحد القربلات" (Syncarpous) (رقم ٢. شكل ٣٣) ومقدار الاتحاد بين القربلات مختلف ولكن تكثر غلبة اتحاد المبيضات اتحادا تاما حتى تكون مبيضا واحدا مشتركا. وفى هذه الأحوال تكون الأقسام فى العادة متحدة وتكون قلما واحدا مشتركا وتبقى المياسم المقابلة لها سائبة وإذا التحمت قربلات الخدر المتحد بمحافتها كما فى رقم ٣. شكل (٣٣) فانه

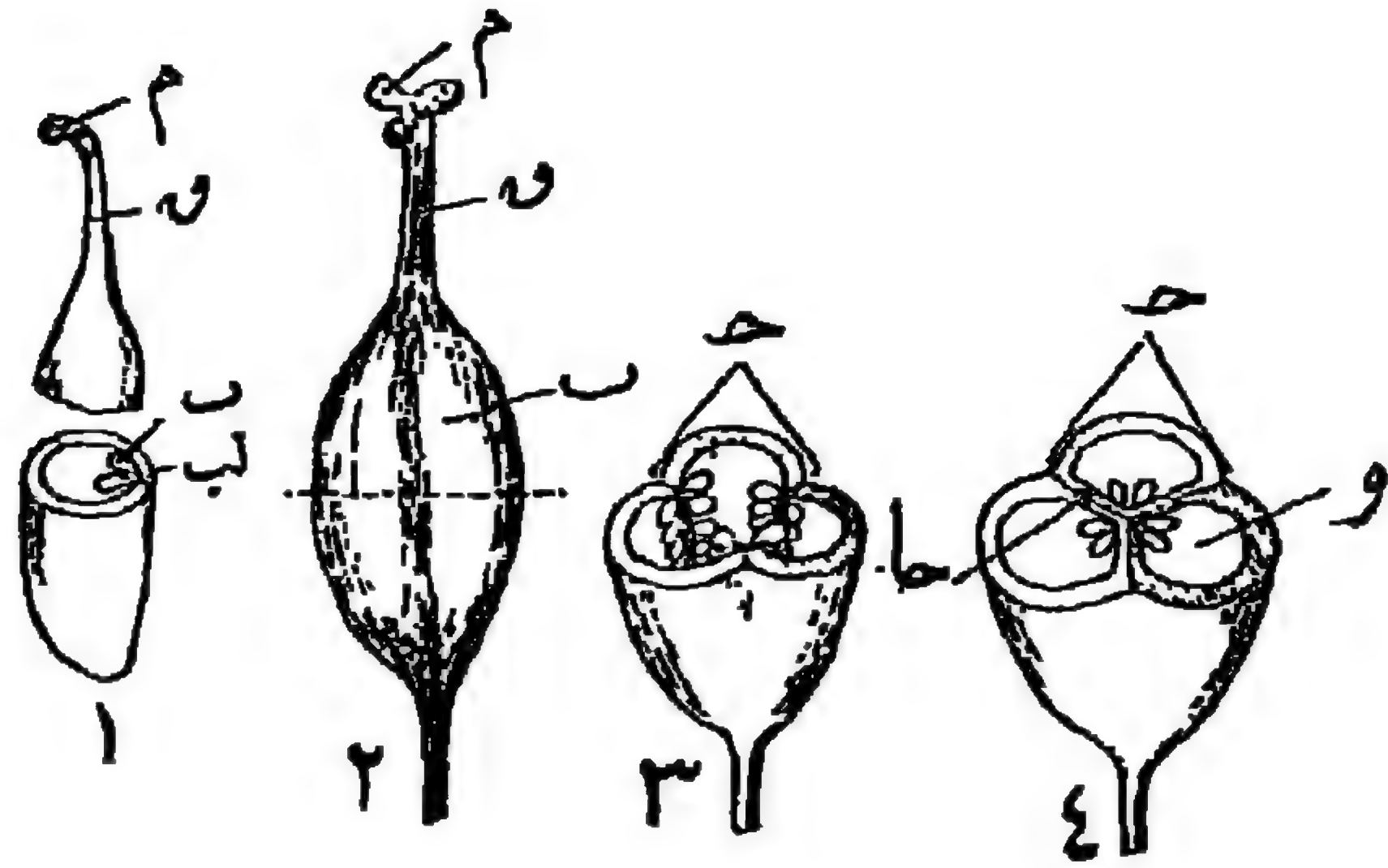
لا يكون للمبيض إلا تجويف واحد ويسمى المبيض حينئذ "وحيد الجوف" (Unilocular) وقد تكون القربلات في غير ذلك مطوية بحيث تتقابل الحافات في وسط المبيض وتكون الأجزاء المتحدة حواجز (Dissepiments) تقسم المبيض المشترك تتجاويف عدة (رقم ٤ . شكل ٣٣) وتسمى هذه المبيضات "متعددة الأجواف" (Multilocular) ويعادل كل جوف منها قربة مستقلة .

وقد لا يكون عدد التجاويف داخل المبيض معادلا لعدد القربلات الموجودة فيه لوجود حواجز لم تكون من اتحاد جدارى قريبتين متجاورتين بل من نمو جزء من جدار المبيض الى الداخل فاذا كان الأمر كذلك سميت الحواجز "كاذبة" . ومن الأمثلة عليها الفاصل الذى يقسم المبيض فى الفصيلة الصليبية .

١٢ — "النظام المشيمى" (Placentation) ان نظام المشيمات أو النقاط التى تنشأ منها البويضات داخل المبيض يقال له "النظام المشيمى" . فاذا كانت البويضات متسقة فى صفوف على جدار المبيض كما فى رقم ٣ . شكل (٣٨) سمي النظام "جداريا" (Parietal) .

وفى المبيضات المتعددة الأجواف كما فى رقم ٤ . شكل (٣٣) تكون البويضات فى العادة فى الزوايا الحادثة عند المركز من اتحاد حافات القربلات ويسمى النظام المشيمى إذ ذاك "محوريا" (Axile) .

وفى الفصائل النباتية التى منها عين الجمل والاستلاريا تكون البويضات متصلة بالمشيمة وهذه تنشأ على شكل عمود قصير من قاعدة المبيض وليس لها اتصال بالجوانب ويعرف هذا النظام "بالنظام المشيمى المركزى السائب" (Free Central Placentation) .



(شكل ٣٣)

(١) خدر مركب من قرلة واحدة . لب = لحام بطي ، ب = بيضات ، ق = قلم
 ، م = ميسم (٢) خدر متحد القربلات مركب من ثلاث قربلات متحدة اتحادا تاما ، ب
 = مبيض ، ق = قلم ، م = ميسم . (٣) قطاع عرضي من خدر متحد القربلات مبيضه
 و حيد الجوف . ح = امتداد احدى القربلات المتحدة ؛ وترى البيضات على مشيمات
 جدارية .

(٤) قطاع عرضي من خدر متحد القربلات مثبث الأجواف . و = جوف ؛ ح = حاجز
 ، ح = امتداد قرلة متحدة . وترى البيضات على مشيمات محورية .

١٣ — متحدة الجنس ومنفردة الجنس من الأزهار : اذا وجد في الزهرة الواحدة كلا الجزئين الاساسيين ”المأبر“ و”الخدر“ سميت ”متحدة الجنس“ (Monoclinous) كما هو الحال في الشليك والجرجير والقطن وغالب أنواع النباتات الشائعة . وقد يقال لها أحيانا ”كاملة“ أو ”خنثى“ (Hermaphrodite) أو ”ثنائية الجنس“ .

وقد يفقد من بعض الأزهار مثل أزهار الخيار والقاوون والخروع والصفصاف أحد الجزئين الاساسيين فتسمى الزهرة ”منفردة الجنس“ (Diclinous) أو ”غير كاملة“ أو ”أحادية الجنس“ وقد تكون الأزهار الأحادية الجنس من نوعين: (١) أزهارا يكون فيها المأبر وحده موجودا وتسمى ”سداتية“ أو ”أزهارا ذكورية“ (٢) أزهارا لا يوجد فيها إلا الخدر ويقال لها ”قربلية“ أو ”مدقية“ أو ”أنثية“ .

واذا وجد كلا نوعي الأزهار الأحادية الجنس على نفس النبات كما هو الحال في الخيار والذرة يسمى النبات ”مستقل الجنس“ (Monococious) أما النباتات التي كالباياز والصفصاف التي ينشأ بها نوعا الأزهار المنفردة على فردين منها فتسمى بالنباتات غير مستقلة الجنس (Dioecious) .

تج ٤١ : يجب على التليذ أن يفحص عددا كبيرا من الأزهار ويلاحظ خواص القرص والكأس والتويج ومجموعة الأسدية والخدر في كل منها ويلاحظ نظام اليضات داخل المبيض . وعليه أن يتعرف بالدقة كل الألفاظ الاصطلاحية التي استعملت في هذا الفصل .

تج ٤٢ : افحص زهرة الفول والبازلأ والمشمش والشليك والتفاح والشقيق والقرع والخيار والطماطم والصفصاف والخروع والتين والذرة والقمح وكل ما اتصل اليه اليد .

وبين أي هذه متحد الجنس وأيها منفردة واذا كان منفرد الجنس فهل النباتات مستقلة الجنس أم غير مستقلة ؟

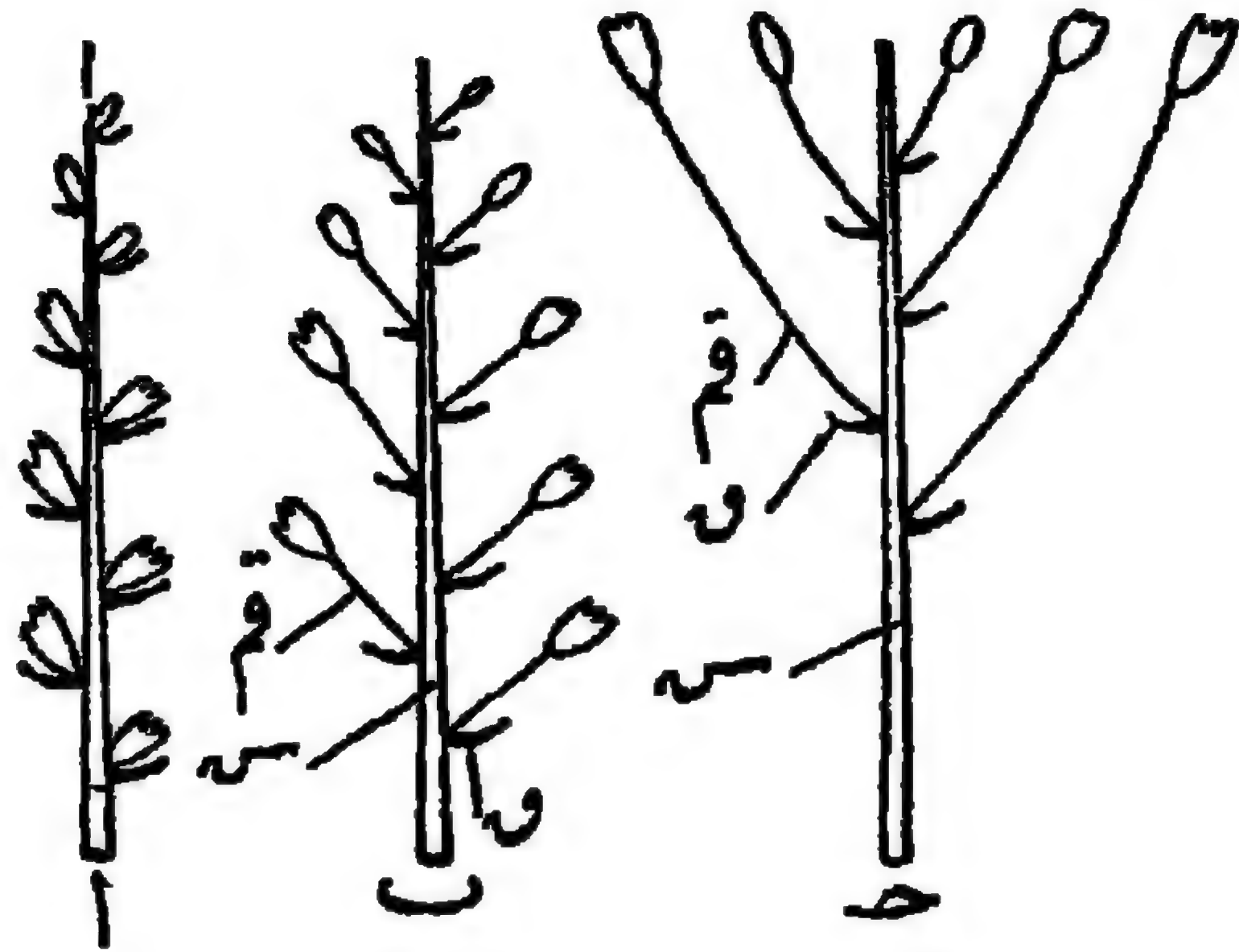
الفصل السابع

النورة (Inflorescence)

تحمل الأزهار فى كثير من النباتات مفردة طرفية فى نهاية المحور الأصيل كما فى الخشخاش أو تحمل وهى مفردة جانبية فى أباط الأوراق الخوصية من الساق أو فروعها كما فى نبات الأناجاليس (Anagallis) والهبيسكوس (Hibiscus) . مثل هذه الأزهار تسمى "وحيدة" .

على أن الأزهار تكون فى أغلب الأحوال مجمعة ومحتشدة على فرخ خاص أو محور من النبات كما هو الحال فى الفول والبرسيم والبصل ويعرف مثل هذا الفرع وأزهاره "بالنورة" وتعرف أوراق هذا الفرخ التى نشأت الأزهار فى أباطها "بالقنابات" (Bracts) أنظر (صفحة ٥٩) ويسمى محور النورة "بالعذق" أو "الشمراخ" (Peduncle) وكل من متفرعاتها "بالقمع" (Pedicel) (ب . شكل ٣٤) والأجسام الشبيهة بالأوراق الكائنة على هذه القموع تسمى "القنبيات" (Bracteoles) ومن النورة أشكال كثيرة تختلف فى طريقة تفرعها وفى طول محاورها وغلظها وكذا فى وجود قموعها وعدمها وغير ذلك وتنقسم النورات قسمين : (١) نورات غير محدودة (٢) نورات محدودة : تبعا لطرق التفرع المذكورة فى صفحتى (٣٧ و ٣٨)

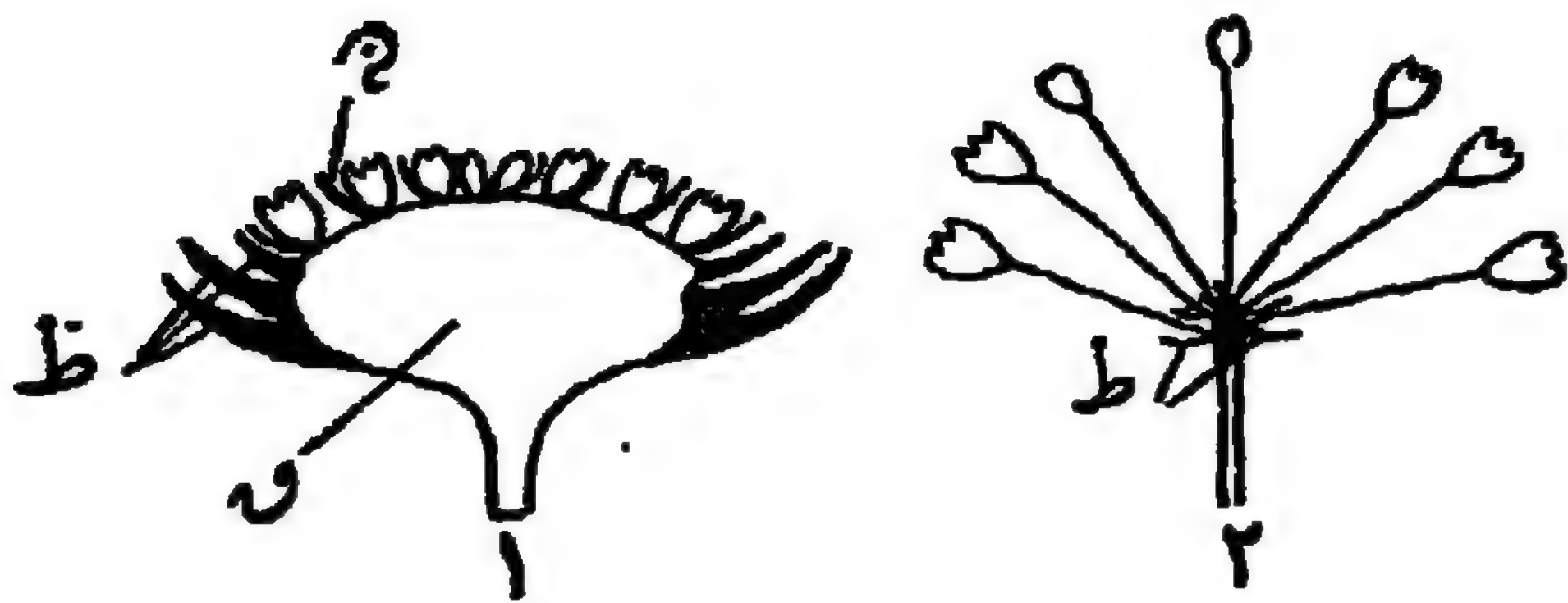
١ - النورات غير المحدودة - فى هذا النوع يحمل المحور الأصيل أو الشمراخ أزهارا جانبية جالسة (Sessile) أو أزهارا لها قموع وكلاهما نام على التعاقب القمى أى أن أصغر الأزهار يكون أقربها من القمة وأكبرها أقربها من قاعدة الشمراخ فإذا كانت الأزهار جالسة أو كانت محمولة على القموع



(شكل ٣٤)

نورة غير محدودة ذات محور مستطيل .

(أ) السنبلة . (ب) العنقود . (ج) القنو ؛ ق = قنابة ؛ ش = شمارخ ؛ قم = قمع .



(شكل ٣٥)

نورات غير محدودة ذات محاور قصيرة . (١) هامة . ق = قرص زهرى ؛ ظ = قلاعة

الهامة ؛ ن = قتيبة قشرية الشكل أى الأتب . (٢) خيمة بسيطة ؛ ط = قلاعة القنابات .

مباشرة أى على الفروع الجانبية التى من الدرجة الأولى سميت النورة "بسيطة" فأما اذا تفرع المحور الأصيل غير مرة قبل أن يحمل الأزهار فالنورة مركبة (شكل ٣٦) .

(١) النورات البسيطة غير المحدودة فى هذه النورات يحمل المحور الأصيل أزهارا إما جالسة أو ذات قموع :

(١) نورات ذات محور مستطيل وأزهار جالسة .

السنبلة (The Spike) — (رقم ١ . شكل ٣٤) وترى فى نبات لسان الحمل . وأجزاء النورة فى أكثر النجيليات سنابل صغيرة أى سنييلات .

الاغريض (Spadix) — نوع من السنابل له محور شحم ثخين وقد يشتمل على قنابات كبيرة تسمى "الكفرى" (Spathe) كما فى النخيل والزنبق البوقى . الهريية (Catkin) — نورة سنبلية الشكل تحمل أزهارا أحادية الجنس (Unisexual) وتوجد الهريية السداتية وكذا الهريية القربلية على فراخ الصفصاف .

وفى بعض النباتات تكون الهريات نورات مركبة .

(٢) نورات ذات محور مستطيل وأزهار ذات أعواد .

العنقود (Raceme) — (رقم ٢ . شكل ٣٤) . فى هذا النوع من النورة تكون الأعواد الزهرية أى القموع متساوية الطول تقريبا ومن الأمثلة على ذلك نورات المنتور والسنايدرأجون (Snapdragon) والميجنونيت (Mignonette) .

والقنو (Corymb) — (رقم ٣ . شكل ٣٤) نورة قموعها مختلفة الطول فما كان منها عند القاعدة فهو أطولها ثم تتلوها قموع أقصر منها على التصاعد . وتكون فيه الأزهار جميعها على منسوب واحد تقريبا . ومن أمثلة ذلك ما يوجد فى كثير من نباتات الفصيلة الصليبية .

(٣) نورات ذات محور قصيرة وأزهار جالسة .

الهامة (Capitulum) - (رقم ١ . شكل ٣٥) تشتمل على شمراخ قصير غليظ يسمى "القرص" (Receptacle) (١) عليه أزهار جالسة صغيرة محتشدة بعضها الى جانب بعض ومن أمثلتها ما يوجد فى نبات الخرشوف ونبات الجعشيز والفصيلة المركبة بأجمعها . ويحيط فى العادة واحد أو أكثر من أساور متكاثفة من القنابات بكل الهامة وتسمى هذه الأساور مجتمعة "بقلافة الهامة" (Involute) وكثير ما ترى قنابة صغيرة أشبه بقشرة السمك تسمى "الاتب" (Palea) مرتفعة بكل زهرة من أزهار الهامة .

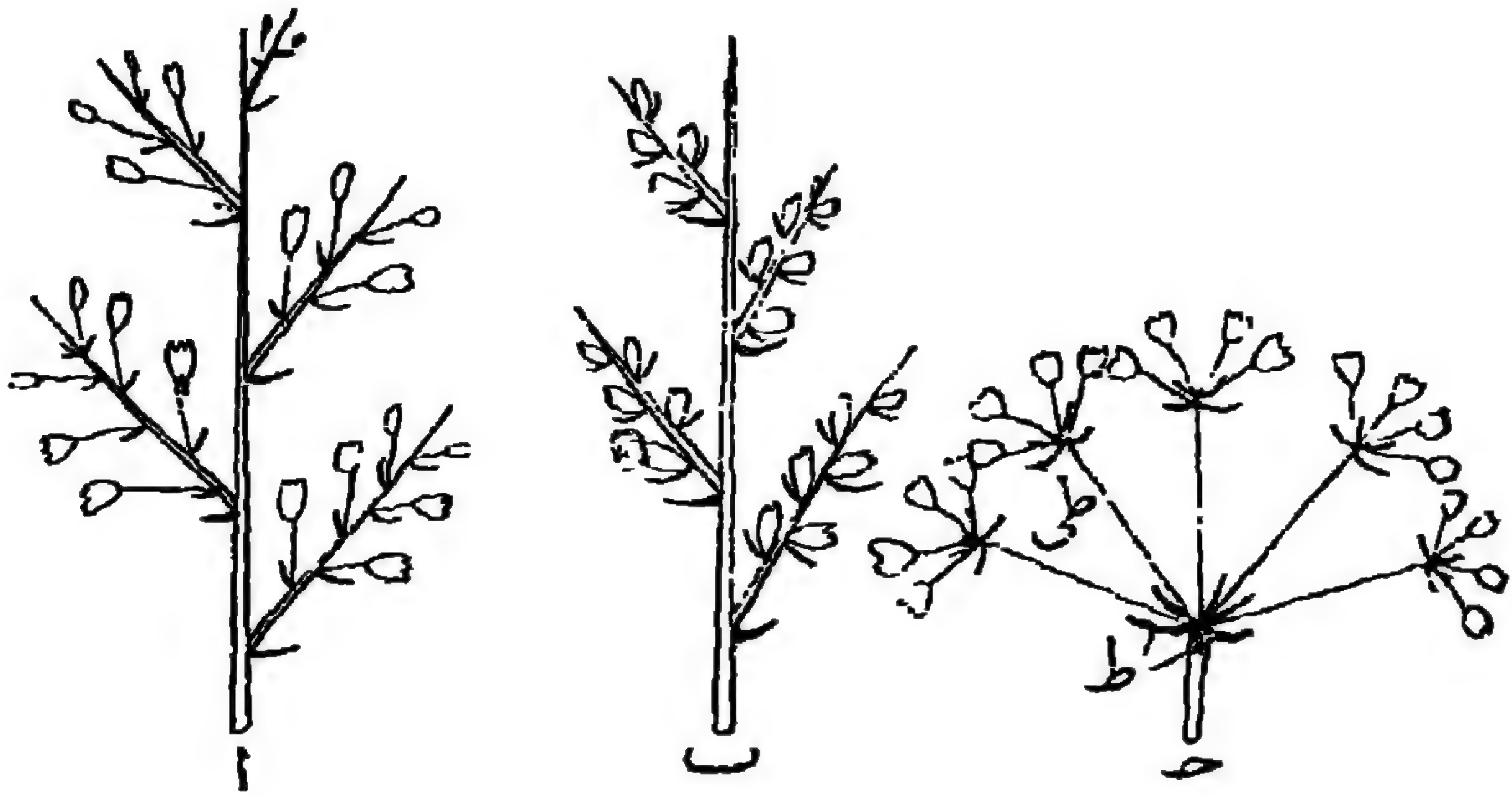
(٤) نورات ذات محور قصير وأزهار ذات أعواد .

الخيمية (Umbel) - (رقم ٢ . شكل ٣٥) فى هذا النوع يكون المحور الأصلى قصيرا ويحمل عددا من الأزهار ذات أعواد أى قموع من طول واحد ومثلها نورة جبل المساكين (Ivy) والبصل . (ب) النورات المركبة غير المحدودة فى هذه النورات لا يحمل المحور الأصلى أزهارا جالسة أو ذات أعواد مباشرة ولكنه يحمل فروعاً جانبية هى فى ذاتها نورات .

(١) نورات ذات محور أصلى مستطيل .

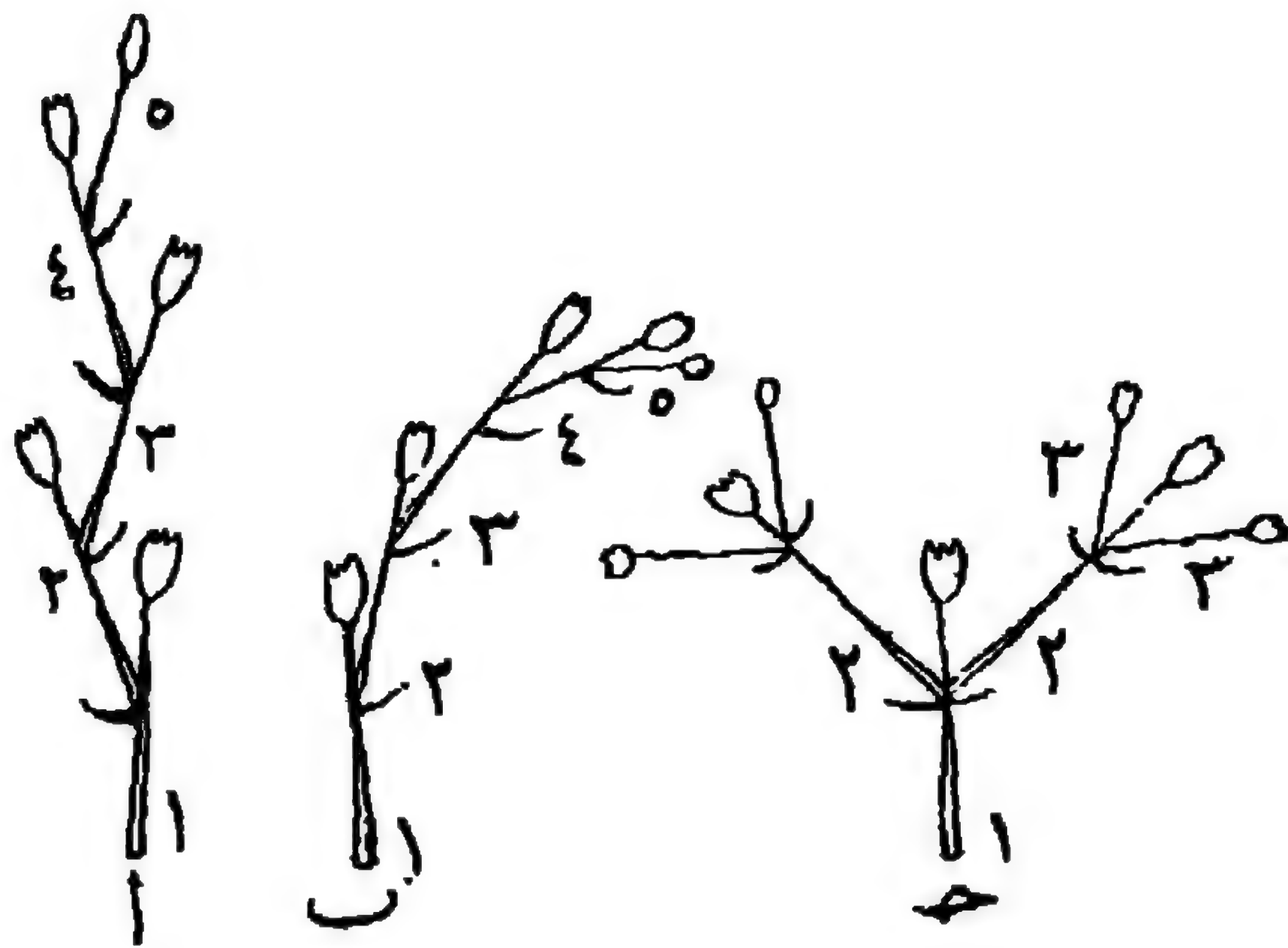
الدالية (Panicle) - (رقم ١ . شكل ٣٦) فى هذا النوع من النورات المركبة تكون الفروع الجانبية للمحور الأصلى عناقيد أى نورات غير محدودة وأكثر تعقداً فى تفرعها ولها أزهار ذات أعواد . مثال ذلك : نورة العنب .

السنبلة المركبة - (رقم ٢ . شكل ٣٦) تحمل نورات جانبية كل منها سنبلة ومثال ذلك : نورة القمح وفى كثير من التجيليات الأخرى تكون النورات دوالى من السنبيلات ولكن يطلق عليها اسم "دوالى" فقط .



(شكل ٣٦)

(أ) نورة مركبة . الدالية أو المقود المركب . (ب) السنبلة المركبة . (ج) الخيمة المركبة .
ط = قلافة ، طى = قليفة .



(شكل ٣٧)

نورات محدودة . أ ، ب = وحيد الشعبة الكاذبة . ج = كاذب الشعبتين . ١ المحور
الأصلي ، (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥) محاور النظام الثاني والثالث والرابع والخامس على التوالي .

(٢) نورات ذات محاور قصيرة .

الخيمة المركبة — (رقم ٣ . شكل ٣٦) في هذا النوع من النورة المركبة تكون النورة الجانبية مرصوفة على شكل خيمة وكل نورة في ذاتها خيمة بسيطة وأمثال ذلك نوار الجزر والبقدونس وكل أفراد الفصيلة الخيمية تقريبا .

٢ — نورات محدودة — في هذا الصنف من النورات ينتهى المحور الأصيل بزهرة وعلى ذلك يقف نموه . فأما اذا نشأت أزهار أخرى على المحور فلا بد من خروجها من البراعم المحورية الجانبية تحت القمة . وفي العادة يحمل كل محور فرعا أو اثنين أو بضع فروع فقط تنمو بشدة وتعلو الفرع الأصيل . وهذه المحاور الجانبية تنتهى بأزهار وتكرر عين هذا النسق من التفرع وتتفتح الزهرة النهائية من المحور الأصيل أولا ثم تتبعها الأزهار التى على نهاية المحاور الثانوية ثم الثالثة وهلم جرا على التعاقب المنتظم .

وهناك صنوف من النورات المحدودة المعقدة وأشيع هذه وأبسطها ما يأتى :

(١) وحيد الشعبة الكاذبة (Monochasium) — (ا , ب . شكل ٣٧) في هذا الصنف يكون لكل من المحور الأصيل وفروعه المتتابعة فرع جانبي واحد . مثال ذلك : نوار الويجانديا (Wigandia) ونوار التراد سكانديا (Tradescanti) .

(٢) كاذب الشعبتين (Dichasium) — (ج . شكل ٣٧) في هذا الصنف يكون للمحور الأصيل فرعان جانبيان ويحمل كل من هذين فرعين آخرين . مثال ذلك : نوار الغسول (استلاتريا) .

(٣) كاذب الشعب (Polychasium) — في هذا الصنف يخرج فرعان ثانويان أو أكثر من المحور الأصيل تحت كل زهرة من أزهار النورة . مثال ذلك : نورة اليوفوربيا .

٣ - النورات المختلطة - توجد النورات المختلطة حيث تكون الفروع الأولى من المحور الأصلي مرتبة ترتيبا غير محدود بينما تكون الفروع التالية محدودة وبالعكس .

تج ٤٢ : على التليذ أن يفحص من النورات ما يمكن أن تصل إليه يده من النباتات ويبين أيها غير محدود وأيها محدود وعليه أن يلتفت بنوع خاص الى موضع القنابات حيث وجدت . ولا بد له أن يعلم أنه يوجد كثير من النورات المعقدة لم تعط لها أسماء . وعليه أن يدرس تركيب النورات البسيطة غير المحدودة والمحدودة ويتعرف أسمائها بالدقة .

الفصل الثامن

الثمار ونثر البذور

١ - تنشأ الثمرة من زهرة النبات بعد تمام عملية فيسيولوجية تعرف "بالأخصاب" (Fertilisation) وهذه العملية لا يمكن شرحها تمام الشرح والابانة عن تأثيرها إلا بعد أن يكون الطالب قد عرف كل دقائق أجزاء بنية النبات ولذلك أرجأناها الى الفصل الثانى والعشرين .

على أنه يكفى هنا أن ندل على أن هذه العملية هى اتحاد مقدار ما من محتويات حبة الطلع أو اللقاح بجسم دقيق يسمى "الخلية الانثوية" أو "الخلية البيضية" (Eggcell) . وهذه كائنة داخل البيضة (Ovule) التى تنمو بعد عملية الاخصاب حتى تصبح بذرة وبعد حصول الاخصاب يسقط المأبر والتويج أو يذبلان وقد تسقط الكأس أيضا أما الميسم وقلم الخدر . فيذبلان فى العادة ولكن المبيض يبقى فى كل الأحوال وينمو نموا كبيرا ليسمح للبذور

الموجودة به بسرعة النمو وإذا بلغ الحدر أقصى حالات نموه ونضجت البزور الموجودة في مبيضه سمي "ثمرة النبات"، وكوّنت جدران قربة الحدر الناضج المشتملة على البزور والواقية لها ما يسمى "بالپريكارب" (Pericarp) أو وعاء الثمرة .

هذا ويجب أن يلاحظ أن لفظ "ثمرة" في العرف يطلق على عديد من الأجزاء المختلفة من النباتات مع أن هذه الأجزاء لاعلاقة لها بجدر الزهرة وهو ناضج وعلى ذلك فهي ليست ثمارا بالمعنى النباتي الصحيح فالجزء النضر الصالح للأكل من الشليك والتفاح مثلا هو تحت الزهرة مكبرا أما الثمرة الحقيقية في الأول فهي الأجسام الصغيرة الشبيهة بالبزور "الكينات" رصعت على التخت أما جدر التفاح وهو ناضج فهو القاب (Core)

والطماطم والقرع والخيار هي ثمار حقيقية أى أنها نواتج الحدر فقط وان أطلق عليها في العرف اسم "خضروات"، ويطلق لفظ "ثمرة كاذبة" (Pseudocarp) على تلك الأجسام التي تشبه التفاح والشليك والتين والتوت وهي الناتجة من زهرة أو نورة ولكنها تشتمل على الحدر ومحتوياته مضافا إليه أشياء أخر .

٢ — لا يزال الأمر يحتاج الى تقسيم الثمار تقسيما وافيا والى تسميتها على أنه يمكن تقسيم الثمار الى الطوائف الأربعة الآتية وفاقا لنوع نسيج الوعاء الثمرى والطريقة التي تتخلص بها البزور من الثمار :

(١) الثمار الجافة غير القابلة للتفتح (Indehiscent) — في هذه الثمار يكون الوعاء جافا وخشبيا أو جلدي النسيج ولا ينشق أو يتفتح على امتداد أى خط معين وإنما تتخلص البزرة منها بعد أن يبلى الوعاء وبما أن

الوقاية اللازمة للجنين ولختزن غذائه من مختلف التأثيرات المناخية ومن آذى الحيوانات يقوم بها الوعاء لصلابته فان قصرة البزرة (Testa) ذاتها تكون رقيقة في هذه الثمار عادة .

وهاك أشيع صور الثمار الداخلة في هذا القسم :

(١) البندقية (Nut) — ثمرة ذات بزرة واحدة لها وعاء خشبي وهي متولدة من مبيض سفلى ملتحم (Syncarpous) مثال ذلك : البندق المعروف .
وأثمار الفصيلة المركبة تسمى "سيپسلا" (Cypselas) وهي نوع من البندق ناشئ من مبيض سفلى ملتحم ذى قريبتين وعاءه رقيق ويشتمل على بزرة واحدة وكثيرا ما توجد فيه الكأس على شكل زغب أى وبر .

(ب) الأكين (Achene) — ثمرة ذات بزرة واحدة لها وعاء جلدى رقيق متولد من مبيض علوى منفصل القربلات ، أبوكربى (Apocarpous) مثال ذلك : ثمرة "الرانكيولاس" (Ranunculus) شقائق النعمان والورد والشليك .
وفى الورد تكون الأكينات أو الثمار الصبادقة محتواة فى جوف التخت وهذا التخت عند نضجه يكون قرمزي اللون ناعما أما فى الشليك فان التخت يكون عصيريا والثمار الصبادقة هى الأكينات الصغيرة المرصعة عليه .

(ج) البرّة (Caryopsis) — ثمرة عليا ذات بزرة واحدة وتشبه الأكين ولكن بدلا من أن تكون هذه البرّة خالصة كما فى الأكين تكون ملتحمة مع الوعاء الثمرى ومن هذا النوع ثمار النجيليات .

(د) الثمر الجناحى أو "السامرة" (Samara) — تشبه الأكين ولكن يكون للوعاء فيها زوائد أشبه بالأجنحة . مثال ذلك : ثمرة الأيلانثس (Ailanthus) .

(٢) الثمار الشيزوكاربية (Schizocarps) — هي ثمار جافة ملتحمة القربلات إذا نضجت قرايلها المتحدة انفصلت بعضها عن بعض ولكن لا تنثر بزورها كما هو الحال في الثمار القابلة للتفتح الآتي ذكرها وتسمى كل قربة على حدة "مريكارب" (Mericaarp) ويشتمل المريكارب في العادة على بذرة واحدة مضوية فيها .

ومن الأمثلة على ذلك ثمار الجزر والكمون والحلال وغيره من الفصيلة الخيمية .

(٣) الثمار الجافة القابلة للتفتح (Dehiscent) :

في هذه الثمار ينفطر الوعاء بطرق شتى أو يتفتح بمسام وبذلك ينكشف داخل الثمرة وتنطلق البزور وهذه البزور في العادة قصرات سمكة لوقايتها . وأغلب الثمار الجافة الداخلة في هذا القسم تشتمل على بزور كثيرة .

وأشيع أنواع الثمار الجافة القابلة للتفتح هي المذكورة بأوصافها فيما يلي :

(أ) الثمر الجرابي (Follicle) — هو ثمر علوي يشتمل على قربة واحدة تنفتح على امتداد "تدريز" أي لحام (Suture) واحد فقط وأغلب ما يكون هذا التدريز بطنيا . مثال ذلك : ثمرة الدلفينيوم (Dilphinium) واللبخ (شكل ٣٦) .

(ب) الثمر القرني (Legume) — هو ثمر علوي ذو قربة واحدة ولكنه يتفتح على امتداد التدريزين الظهري والبطني (شكل ٣٠) . مثال ذلك : قرون الفاصولياء والفول .

(ج) الثمر الخردلي (Siliqua) — (شكل ٣٧) هو ثمرة مستطيلة علوية مكونة من قريبتين متحدتين ويوجد في داخل الثمرة حاجز رقيق كاذب

يسمى "ريپلوم" (Replum) لمشية وهذه تجعل فى الثمرة تجويفين واذا نضجت الثمرة تفتحت القربلتان من أسفل فأعلى وبقية البزور معلقة بالمشيات والحاجز . مثال ذلك : خردليات اللفت والكرب والمثور .

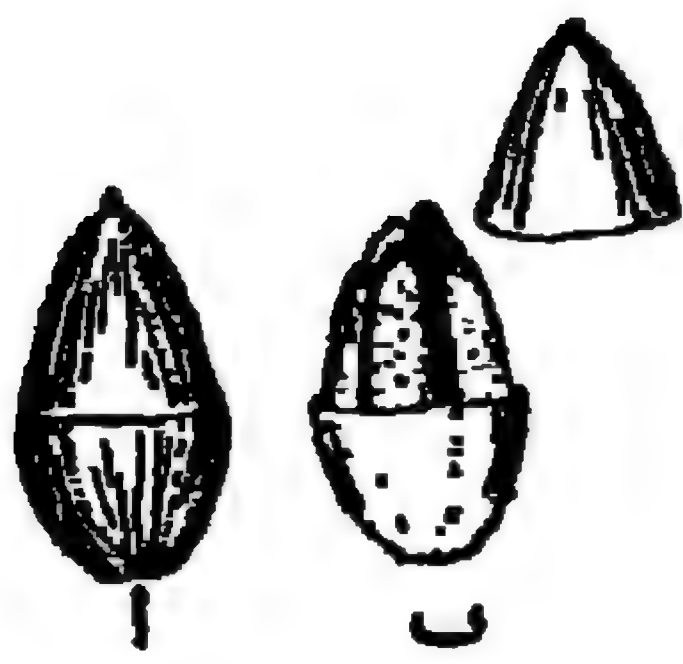
والثمر الخريدى (Silicula) هو كالسابق إلا أنه قصير وعريض كما فى ثمرة الكبسلا .

(٥) ويطلق لفظ "كبسول" إجمالاً على كل أشكال الثمرات الملتحمة بالحافة القابلة للتفتح إلا ما سبق النص عنه وهذه الثمرات إما أن تكون علوية أو سفلية وتشتمل فى العادة على كثير من البزور وطريقة التفتح ومقداره تختلفان فى العادة اختلافاً كبيراً وأغلب ما يكون التفتح على استطالة الثمرة ولكنه يكون فى بعض الأحوال عرضياً وقد يمتد التفتح جزءاً من المسافة على امتداد الثمرة وتبقى القربلات متحدة اتحاداً جزئياً بعضها مع بعض وقد يمتد على طول الكبسول جميعه وتصبح القربلات سائبة مفككة ويسقط بعضها عن بعض فاذا حصل الأمر الأخير وحصل الانشقاق على امتداد التدريز الظهري سمي التفتح "مسكنياً" (Loculicidal) ويسمى "حاجزياً" (Septicidal) اذا حصل التفتح على امتداد خط التحام القربلات .

وفى بعض الأحوال تسقط الأجزاء الخارجية من الكبسول على شكل قطع متفرقة أو صمامات تاركة وراءها الفواصل أو حواجز الحدر متصلة بالعنق الزهرى ويسمى هذا النوع من التفتح "بالصامى" (Septifragal) .

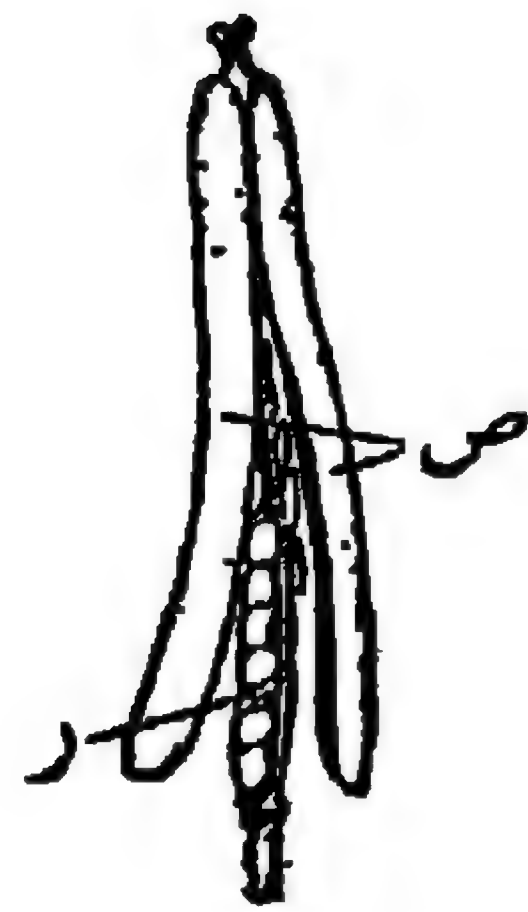
التفتح بالمسام — هذا النوع يرى فى كبسولات الخشخاش (Poppy) والتمر الحقيقى (Pyxidum) هو نوع من الكبسول يكون فيه التفتح مستعرضاً بحيث يسقط الجزء العلوى من القربلات على شكل قبة أو غطاء (شكل ٤٠) . مثال ذلك : ثمرة لسان الحمل (البلاتين) والأناجاليس .

(شكل ٣٨)



(شكل ٤٠)

ثمر حقي من ثمار لسان
الحمل . (١) مقفل .
(٢) مزال منه الجزء الأعلى
لاظهار البزور من تحته .



(شكل ٣٩)

الثمار الجرابي من المشور ظاهر
فيه طريقة تقطره . ص = صمام
التمره ؛ ر = ريلوم أو المشيمية
التدريزية عليها البزور متصلة بها .

(٤) الثمار الطرية (Succulent) — وعاء الثمار الطرية أى اللحمية رخص عصيرى غالبا واذا نضج كان فى العادة تحينا جدا وأشيع أنواع الثمار الطرية ماسياتى بيانه :

(١) اللوزة (Drupe) — وهى ثمرة علوية لا تتفتح مكونة من قربة واحدة وبزرة واحدة أو اثنتين ويرى وعاء الثمرة وهى ناضجة ثلاث طبقات ظاهرة الأولى طبقة رقيقة رفيعة تسمى "الأيكارب" (Epicarp) والثانية طبقة رخصة ثخينة لحمية متوسطة تسمى "الميزوكارب" (Mesocarp) والثالثة طبقة صلبة تسمى "الاندوكارب" (Endocarp) أو ما يعرف "بنواة الثمرة". ولا يغرب عن الأذهان أن البزرة شىء والنواة شىء آخر وأن البزرة محتواة داخل النواة .

ثمار البرقوق والمشمش واللوز كلها لوزات وكل قربة من قريبات زهرة التوت البرى المفردة تصبح لوزة وتسمى "لوزة" وعلى ذلك فالثمرة جميعها تكون ثمرة مركبة تشتمل على مجموع لوزات وثمرة الجوز هى نوع من اللوز لا تختلف عما ذكر إلا فى أنها حاصل خدر ملتحم فيها تنمو طبقة الوعاء الداخلة (الاندوكارب) الى حواجز تمتد بغير انتظام فى الفلقات اللحمية من البزرة المفردة .

(ب) الثمر العنبى (Berry) — هو لحمى لا يتفتح كلتا الطبقتين "الميزوكارب" و "الاندوكارب" فيه رخصة ولحمية وقد يكون الثمر العنبى حاصل مبيض علوى كما فى العنب والطماطم ويكون فى بعض الأحيان سفليا كما فى الخيار . والبلح هو ثمر عنبى نواته بزره حقيقية لا يصح الخلط بينها وبين نواة الثمر اللوزى .

(ج) والثمر التفاحى (Pome) — الذى من أمثله التفاح والكثيرى هو ثمرة كاذبة (Pseudocarp) لحمية لا تتفتح خدره أو ثمرته الصادقة مدفونة فى التخت وإذا نضجت الثمرة الكاذبة يكون الوعاء التابع لكل قربة من قربلات الخدر جدارا داخليا كثيف القوام جلديا أو صلبا هو الأندوكارپ . أما باقى البريكارپ فيكون فى بعض الأحوال لحميا وفى بعضها صلبا ويحيط بهذه القربلات اللحمية ويتحد بها ذلك التخت الزهرى اللحمى الثخين وهو الذى يكون أهم جزء صالح للأكل من الثمرة التفاحية .

تج ٤٣ : على الطالب أن يراقب ترقى نمو الثمرات الشائعة من فواكه الحدائق من يوم ابتسام الأزهار الى نضج الثمرة . وليلاحظ ما يؤول اليه أمر التخت والكم والتويج والمأبر فى كل حالة وعليه أن يفحص أيضا ثمار جميع النباتات النافعة المزروعة فى الحقول وكذلك ثمار الاعشاب الشائعة وعليه أن يصف كلا منها وصفا دقيقا ويلاحظ هل هى :

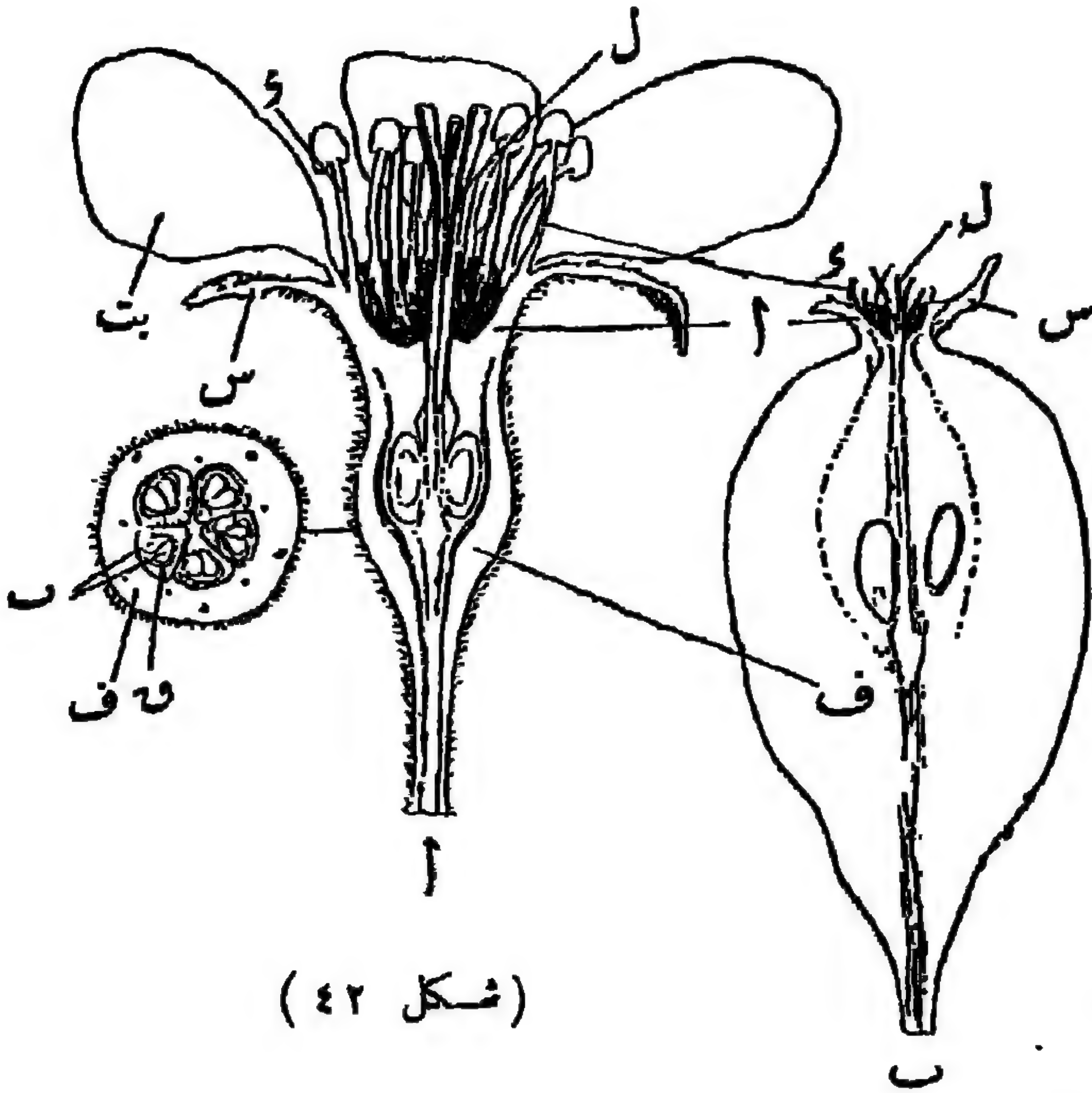
- (١) جافة أم طرية .
- (٢) قابلة للتفتح أم غير قابلة وطريقة التفتح .
- (٣) نامية من خدر أبوكربى أم سنكاربى .
- (٤) نامية من مبيض علوى أم سفلى .
- (٥) ذات خلية واحدة أم ذات كثير من الخلايا وعدد البزور الموجودة فى كل .

٣ — انتشار البزور

(Dispersal of Seeds) — فى بعض الأحوال تسقط البزور الناضجة أو الثمار المشتملة عليها على الأرض فى جوار أمها مباشرة على أنه سيتبين لك أن أكثر النباتات تدل على أنها مهيأة لحصول انتشار بزورها الى مسافات طويلة أو قصيرة .

وأهم العوامل فى نقل البزور هى الريح والماء والحيوانات .

(شكل ٤١)



(شكل ٤٢)

(أ) قطاع رأسي عرضي من زهرة كثري . س = سبل ؛ ا = الأنبوية الكامية
من التخت ؛ ف = الجزء الأسفل من التخت ؛ ق = قربلات دفيئة في ف ؛ ب = بيضات
؛ بت = بتل ؛ س = سداة ؛ ل = قلم . (ب) ثمرة كاذبة متكشفة من الزهرة ا .

ففى بعض الأحيان تكون أوعية الثمرات بعد نضجها كاللوب فى مرونته فاذا جاء وقت التفتح ، تفتحت بشدة وثمرت بزورها فى كل الجهات الى مسافة أقدام عدة وقرنات كثير من البقول بعد نضجها كقرنات البازلاء والبقول والحنديق تنثر حبا بهذه الطريقة وتلتوى صمامات القرنات أو تلتف بغتة .

والثمار التى تنثر بزورها بهذه القوى الفجائية الميكانيكية عند حصول التفتح تصادف فى الغالب فى كثير من أنواع الخبازى الأفرنجية والخروع على أن الريح هى أهم العوامل القوية وأظهرها فى توزيع البزور . ولذلك يلاحظ كثير من التنوعات بين النباتات لحصول انتشار بزورها بهذه الوسطة .

ففى أنواع الخشخاش وغيره من النباتات تكون البزور من الصغر بحيث تطير فى الهواء الى مسافات بعيدة بمجرد خروجها من كبسولاتها وبعض البزور يكون ناعما أملس مستديرا فيسهل بذلك تدرجها على الأرض وأغلب من ذلك ما يرى فى القنابات الملاصقة أو بعض أجزاء الزهرة أو الثمرة أو الحبة ، من التنوع بحيث تجعل للهواء من نفسها مسطحا أوسع وأخف حملا عليه فيصبح الجسم بذلك قابلا للتطاير .

وفى كثير من نباتات الفصيلة المركبة كنبات الجعضيض والجرأوندسل يرى ألكم نخصلة رقيقة من الشعر على شكل مظلة الطيران فتمنع سرعة سقوط الثمرة متى كانت محمولة فى الهواء حتى لتحمل ثمار مثل هذه النباتات فى نسيم معتدل الى مسافات طويلة قبل أن تسقط والكم فى كثير من أنواع الحميض ويستحيل بالنمو الى بزور أشبه بالأجنحة تحيط بالثمره ويوجد فى الايلانثوس وبعض نباتات الفصيلة الخيمية امتدادات جناحية كثيرة . وبعض هذه النباتات من الثقل بحيث تسقط عمودية على الأرض اذا هى أتيح لها ذلك . على أن سقوطها كذلك لا يكون إلا بعد أن تدور بعض

دورات فى الفضاء وهذه لا يمكن انتراعها إلا بريح شديدة أو عاصفة وفى مثل هذه الأحوال يمكن أن تنتقل الى أمكنة قاصية وليس الأمر مقصورا على تنوع الأجزاء الظاهرة من الوعاء وغيرها من أجزاء الزهرة بحيث تلائم توزيع الريح بل أن بزور كثير من الثمار القابلة للتفتح تبين عن أنها ملائمة لمثل هذا الغرض .

ففى الصفصاف والخور والقطن مثلا تكون القصرة مغطاة بشعرات حريرية طويلة خفيفة قابلة للتطاير ولكثير من البزور كـ "الجا كارندا" (Jacaranda) و "المارينجا" (Maringa) حواف رقيقة غشائية النسج أشبه شئ بالجناح .

وفى أكثر النجيليات تكون القنابات المحيطة بها بمثابة عوامل للطيران وللنباتات المائية ثمار و بزور تشتمل قناباتها على هواء يساعدها على العوم مسافة ما ومن أنواع البزور عدد كبير ينتشر على سطح الأرض بواسطة الحيوانات فانه يوجد على وعاء الجزر والبقدونس البرى (Hedge Parsley) وغيره من نباتات الفصيلة الخيمية وعلى كثير من أصناف البرسيم أجسام شوكية وخطافية الشكل وهذه تعلق بفراء الحيوانات أو صوفها أو ريشها وقد يحدث أن تزول هذه البزور عن الحيوانات عند الاحتكاك أو تسقط عن الحيوان فى مكان غير الذى علفت فيه وبهذه الطريقة تنتقل البزور الى مسافات بعيدة وزد على ذلك أن عددا من الثمار اللحمية تستعملها حيوانات شتى طعاما لها ولا سيما الطير و بزور مثل هذه الثمار تمر فى المعدة والامعاء دون أن يصيبها من ذلك ضرر . والحماية الضرورية للجنين من فعل السوائل الهضمية به جسم فى الحيوان مستمدة من صلابة أجزاء الوعاء أو غلاف البزرة هذا والأجزاء العصيرية التى تستميل الحيوان أو تجذبه من الثمار اللوزية والعنابية

هى الوعاء ذاته أو جزء منه . أما فى الشليك والورد والتفاح والكراتيجس (Crataegus) فإن التخت هو الجزء الجذاب أو الذى يستميلها فى الاثمار . وفى الثمار ذات النواة والكراتيجس تحمى الطبقة الصلبة الداخلة من الوعاء كيان الجنين أثناء مرور البزرة فى امعاء الحيوان وفى الثمار العنبية تقوم قصرة البزرة بهذا الأمر . أما فى الشليك وغيره فصلاية وعاء الأ كينات تحمى البزور .

ويلاحظ أنه اذا كانت البزور غير ناضجة وغير صالحة للانتثار كانت أجزاء الثمرة المستعملة غذاء ، خضراء حمضية صلبة النسج فى كل حال ولكن فى وقت نضج البزور أو بعد ذلك مباشرة أى عند ما تكون مستعدة للتوزع تتغير أجزاء الثمرة فاذا هى ذات لون ظاهر وتصبح أطراً وأحلى مذاقا . ويغلب أن تنشأ فيها رائحة طيبة خاصة بها .

تج ٤٤ : الفص اثمار الاعشاب الشائعة وحاول أن تعرف كيفية انتشار البزور من كل منها .

تج ٤٥ : لاحظ عدد البزور والاثمار المتصلة بصوف النعم ووبر الماعز ولاحظ أنواعها . واذكر وسائط الاتصال فى الثمار .

تج ٤٦ : هات برهانا على انتشار البزور بواسطة الطير .

الفص زرق بعض طيور الغيط .

الجزء الثانى

تشریح النبسات

الجزء الثانى

شرح النبات

الفصل التاسع

الخلاية النباتية — انقسام الخلية — الانسجة

١ — قد عنيانا فى الفصول السابقة بالخارجى من كبرى معالم النباتات المزهرة والآن وجب أن ندرس الداخل الدقيق من بناء الجذر والساق والورقة والزهرة حتى يمكن ادراك فسيولوجيا النبات أى العمل الذى يقوم به كل من هذه الأعضاء ادراكا حسنا .

٢ — يمكن معرفة بناء النبات الداخل بواسطة شرائح تقطع بالموسى من شتى الأعضاء ونخص هذه الشرائح أو القطاعات كما يسمونها بالعين المجردة وبالمجهر (المكروسكوب) .

ولادراك طبيعة الأجزاء الباطنة العديدة من أى عضو نباتى ادراكا تاما لا يكفى أن يفحص قطاع منه فى اتجاه واحد فقط بل يجب أن تعمل القطاعات فى اتجاهات عدة ولكن جرت العادة فيما يختص بالسوق والجذور وغيرهما من الأجزاء التى يزيد طولها عن عرضها أن تعمل القطاعات بالطريقة المبينة فى شكل (٤٣) فالقطاعات المعمولة بزاوية قائمة على المحور الأصيل كما فى (ح) تسمى "قطاعات عرضية" وما قطعت موازية للمحور الأصيل تسمى "قطاعات طولية" ويضاف لفظ قطرى ومماسى للأخير الطولى تبعا لمرور القطاعات بمركز الساق كما فى (ا) أو عدم مرورها كما فى (ب) .

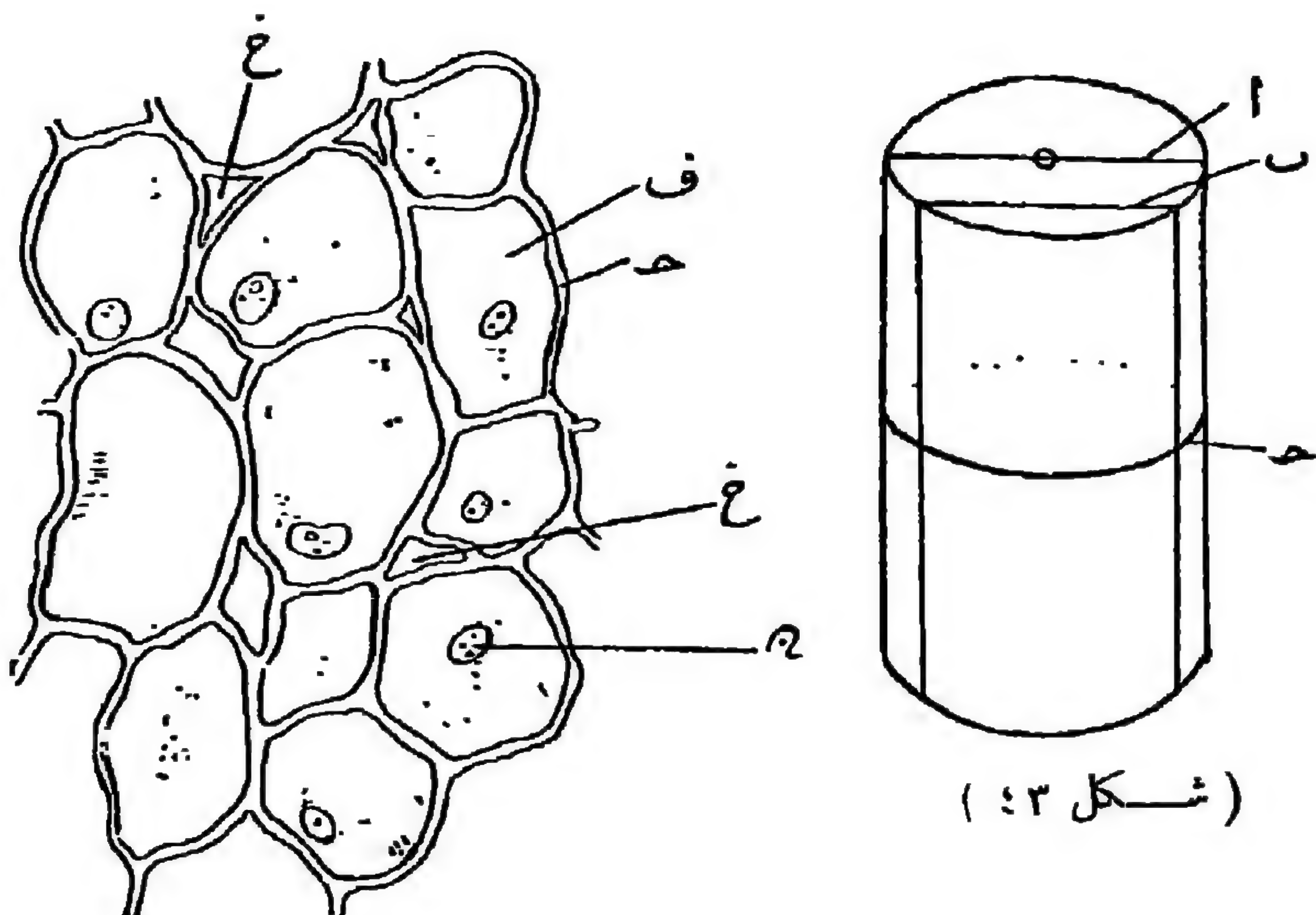
٣ - الخلية - اذا فخص قطاع رقيق من بزر اللفت بواسطة المجهر يرى نوع من البناء على شكل شبكة كما فى شكل (٤٤) . واذا استمر فى فخص شرائح تقطع فى جهات شتى رؤى مثل ذلك فى كل واحدة . منها نستنتج أن مادة اللفت مكونة من عددا لاعد له من مقصورات صغيرة مكعبة الشكل أو مستديرة تحيط بها جدران رقيقة . هذه المقصورات المقفلة تسمى "خلايا" (Cells) وأنها وان كانت تختلف أجامها لا يمكن أن تبصرها العين بغير آلة إذ هى ينذر أن يكون قطرها أكبر من $\frac{1}{10}$ من البوصة بل يغلب أن يكون $\frac{1}{100}$ منها .

والخلية التامة النمو (ح . شكل ٤٥) اذا أخذت من جوار طرف الجذر أو الساق ونظر إليها وجدت تشتمل على ما يلى :

- (١) غشاء رقيق مقفل (ا) يسمى "جدار الخلية" (Cell-wall) .
- (٢) بطانة متواصلة (س) من مادة تعرف بمادة البروتوبلاسم (Protoplasm) أو المادة الأولية .
- (٣) فراغ مركزى (ف) يسمى "الفاكول" (Vacuole) الذى يظهر للعين أنه خال والحقيقة أنه ملآن بسائل مائى يسمى "العصير الخلوى" (Cell-sap) .

(١) جدار الخلية مكون من مادة صلبة غير حية مرنة القوام شفافة تعرف عند الكيماويين "بالسلولوز" وتقوم مقام غطاء واق للمادة الأولى أى "البروتوبلاسم" وهى المادة التى تصنع هذا الجدار .

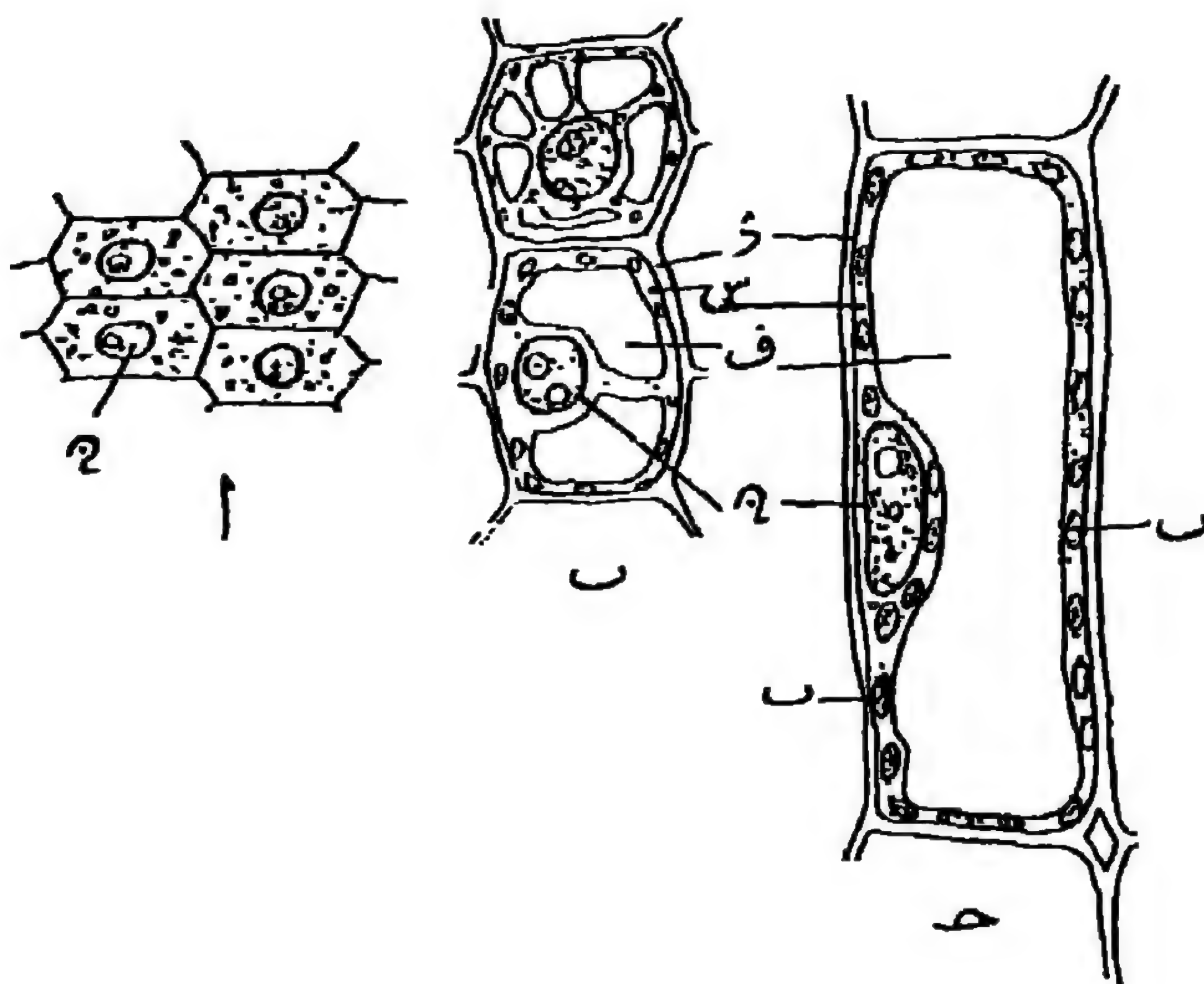
(٢) البروتوبلاسم هو أهم جزء فى الخلية وهو مادة لزجة مخاطية تشتمل على مقدار عظيم من الماء . أما طبيعتها الكيماوية فغير مدركة . ولكن يظهر



(شكل ٤٣)

(شكل ٤٤)

خلايا من "جذر" اللبنة الشحم ؛ ح = جدار
خلوى ؛ ف = تجويف خلوى ؛ د = نواة ؛
خ = خلال خلوية .



(شكل ٤٥)

(١) خلية صغيرة السن جدًا مأخوذة من قرب طرف الجذر . (ب) خليتان أكبر منها . (ح)
خلية مفردة كاملة النمو . (د) جدار خلوى ؛ س = ميتوبلازم ؛ د = نواة ؛ ب =
بلاستيدات ؛ ف = تجويف (مكبرة ٣٥٠ قطرا) .

أن في داخلها مزيجاً مختلطاً من المركبات البروتينية وهى المادة المرتبطة مباشرة بتلك الظاهرة الخاصة الذى نسميها "حياة" واليها ترجع عملية التنفس وكل التغيرات الكيماوية العجيبة التى تتضمنها عملية "التمثيل" والتغذية على وجه الاجمال وكذلك قوى النمو والتناسل التى فى الكائنات الحية من النبات والحيوان على السواء .

وعليه فحينما وجدت الحياة وجد البروتوبلاسم ومعنى الموت تحلل هذه المادة وتلفها .

فى كثير من الخلايا يكون للبروتوبلاسم حركة خاصة ذاتية أى من تلقاء نفسه وفى بعض الأحوال يسيل فى وجهة واحدة فى تيار لا ينقطع حول الخلية من الداخل مرة بعد أخرى وفى غير ذلك تسير تيارات البروتوبلاسم فى وجهات مختلفة .

من شكل (٤٥) يتبين أن بروتوبلاسم الخلية غير متجانس ولكنه يشمل على الأجزاء الآتية :

(١) جزء كثيف مستدير أو بيضى الشكل (د) يسمى "نواة الخلية" .

(ب) عديد من أجسام صغيرة (ب) تسمى "بلاستيدات" (Plastids) أو "كروماتوفور" (Chromatophores) .

(ج) مادة حبيبية دقيقة زائدة السيولة تسمى "بلازما الخلية" (Cell-plasm) أو (Cytoplasm) مطمورة فيها النواة والبلاستيدات .

فى الخلايا الصغيرة السن جدا (١، شكل ٤٥) يملأ البروتوبلاسم تجويف الخلية كله . أما الفجوات فلا تظهر إلا بعد نمو الخلية وفى أغلب الخلايا الحية من النباتات الراقية لا يوجد فى الخلية إلا نواة واحدة ولكن يغلب فى بعض الخلايا الطويلة وجود عدة نوى .

وتنشأ النواة من انقسام نواة وجدت قبلها أما وظيفة النواة فليست مدركة تمام الإدراك ولكن الخلايا التى تنتزع منها نواها بالطرق الصناعية تموت على الفور . وبما أن الجزء الجوهرى من عملية الإخصاب الجنسى ، إنما هو اتحاد اثنين من النوى فانهم يظنون أن النوى حوامل للصفات الوراثية فى الأم التى منها جاءت بطريق الانقسام .

وزد على ذلك أن النواة تلوح فى انقسام الخلية الذى يحدث منه تكاثر الخلايا كأنما تبدأ عملية الانقسام وتضبطها .

والبطانة الرقيقة من بلازما الخلية أو مما يسمى "بسييتوبلازم" — بريمورديال يوتريكال" كما تسمى أحيانا تضبط مرور المواد السائلة من العصارة الخلوية التى تملأ الفجوة أو الفاكول واليها .

والبلاستيدات أجسام صغيرة من البروتوبلازم تشبه النوى فى كثافتها والمعروف من هذه البلاستيدات ثلاثة أنواع هى :

- (أ) بلاستيدات خضيرية أوكلورية (Chloroplasts)
- (ب) بلاستيدات لونية أوأوكرومية (Chromoplasts)
- (ج) بلاستيدات عديمة اللون أوليوكية (Leucoplasts)

وتنشأ هذه جميعها من بلاستيدات كانت موجودة من قبل بواسطة الانقسام وهى كالنواة لا يمكن أن توجد إلا من موجود من نوعها .

فالبلاستيدات الكلورية وتسمى أحيانا "بجديات المادة الملونة الخضيرية" (الكلوروفيلية) خضراء لتشبع مادتها من مادة ملونة خضراء تعرف فى الأفرنجية "بالكلوروفيل" (Chlorophyll) ويعزى الى وجودها فى الخلايا

اخضرار كل الأجزاء الخضراء من النباتات . وإلى جهدها تعزى تلك العملية المهمة المعروفة " بالتمثيل " (فصل ١٥) .

والبلاستيدات الكرومية التي يغلب وجودها في خلايا الأزهار والفواكه صفراء اللون أو حمراؤه لا خضراء وعلى ذلك فالأجزاء التي توجد فيها هذه البلاستيدات تصبح بها ظاهرة لأعين الطير والحشرات جذابة لها .

والبلاستيدات الليوكية هي حبيبات لا لون لها وتشاهد في خلايا الجذور والدرنات وغير ذلك من الأجزاء الأرضية من النباتات وهذه البلاستيدات قوة تكوين حبوب النشا من السكر .

وهذه البلاستيدات الثلاث قابلة للتحويل بعضها إلى بعض فالبلاستيدات الكلورية الخضراء في الثمار الفجة تنقلب في العادة حبيبات كرومية إذا تم نضج الثمرة وإذا عرضت الحبيبات اللوكية من درنة البطاطس للضوء أصبحت خضراء .

(٣) العصارة الخلوية التي تملأ بفجوات الخلية تشتمل على ماء ذائب فيه عديد من أنواع المواد . ففي خلايا البتجر كما في كثير من الأثمار والأزهار والأوراق تشتمل العصارة الخلوية على مادة أرجوانية ضاربة إلى الحمرة على أن العصارة في الغالب عديمة اللون . وهي في العادة حمضية ولكن طبيعة المركبات الموجودة فيها ومقدارها يختلفان أحيانا من خلية لخلية في الأجزاء المختلفة من نفس النبات . وفي العادة توجد فيها حواصل شتى ناشئة من عمل البروتوبلاسم كأنواع السكر والبروتينات الذائبة والأحماض والأملاح العضوية وكذا الازوتات (النترات) والكبريتات والفوسفات وغير ذلك من المركبات غير العضوية الممتصة من التربة .

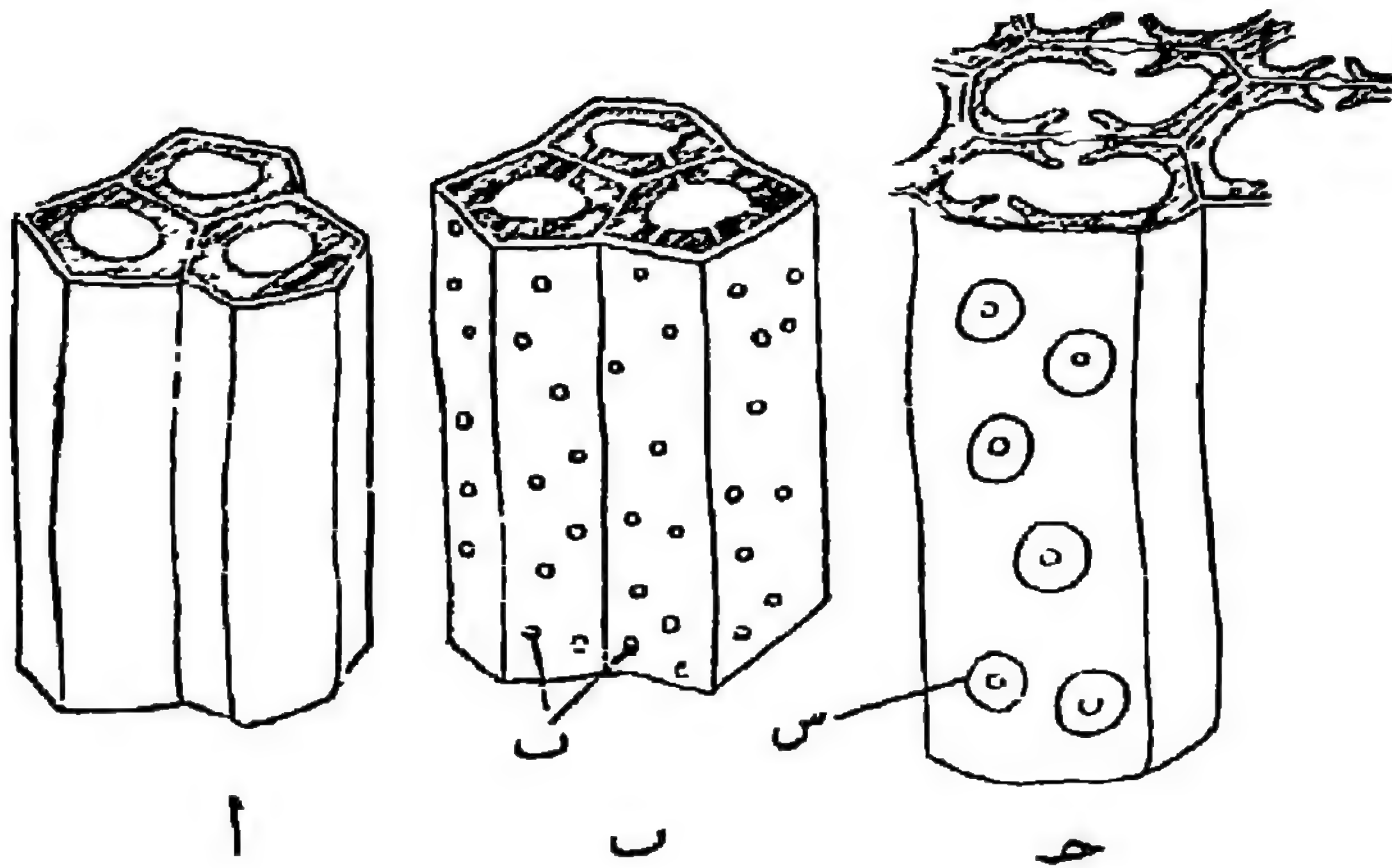
ويعزى غالب الطعم الحماض الذى للفواكه والخضروات التى نأكلها الى المادة الذائبة فى عصارة خلاياها . أما البروتوبلاسم والجدار الخلوى فلا طعم لهما .

٤ — ان خلايا جسم النبات فى زمن تكونها عند النقط النامية من الجذر والساق تكون بحجم واحد تقريبا وتكون مكعبة الشكل أو متعددة الأضلاع ثم تزداد فى الحجم بعد ذلك بسرعة وتصبح متنوعة فى شكلها وفى بنيتها تنوعات شتى تبعا لوظائف الخاصة التى عليها تأديتها فى الاعضاء البالغة من النبات .

واذا نما جدار الخلية أثناء مدة النمو فى كل الجهات على السواء بقى الشكل التكعيبى أو متعدد الأضلاع على ما كان عليه على أن أغلب ما يكون النمو غير منتظم فتكون الخلايا على أشكال عديدة سيدكر أهمها عند الكلام عن أعضاء النبات الذى توجد فيه .

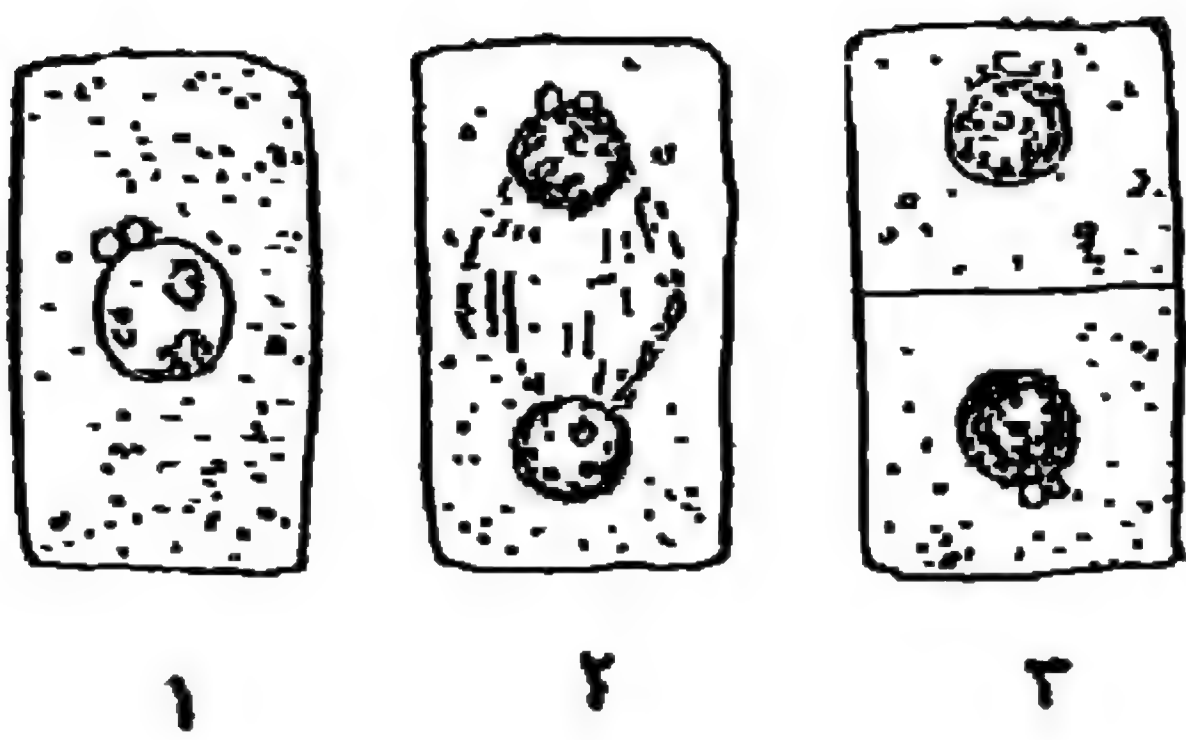
ومن الخلايا عدد كثير جدًا تفقد محتوياته البروتوبلاسمية بعد مدة قصيرة ولا يبقى إلا جدار الخلية وفراغها وهذا الفراغ يكون فى العادة مملوءا بالهواء .

ويطلق فى العرف على هذه البيوت الفارغة اسم "خلية" على أنه لو استعمل لذلك لفظ آخر لكان أوفق وأليق وفى بعض الأحيان تكون جدران الخلايا رقيقة ولكن يخلب أن تصبح سميكة قبل أن تفقد الخلية مادتها البروتوبلاسمية بتاتا . وهذه الجدران الخلوية السميكة تمتد الأجسام التى تحتويها بالصلابة والقوة وتكون بمثابة حامل ميكانيكى للأجزاء الغضة من النبات وتأتى الغلاظة المذكورة من تراكم طبقات متتابعة من نوع من السلولوز على السطح الداخلى من جدار الخلية . وفى بعض الأحيان تتراكم الطبقات بانتظام حول الباطن جميعه كما فى ١ . شكل (٤٦) ولكن الغالب أن تستمر زيادة الغلط عند بعض



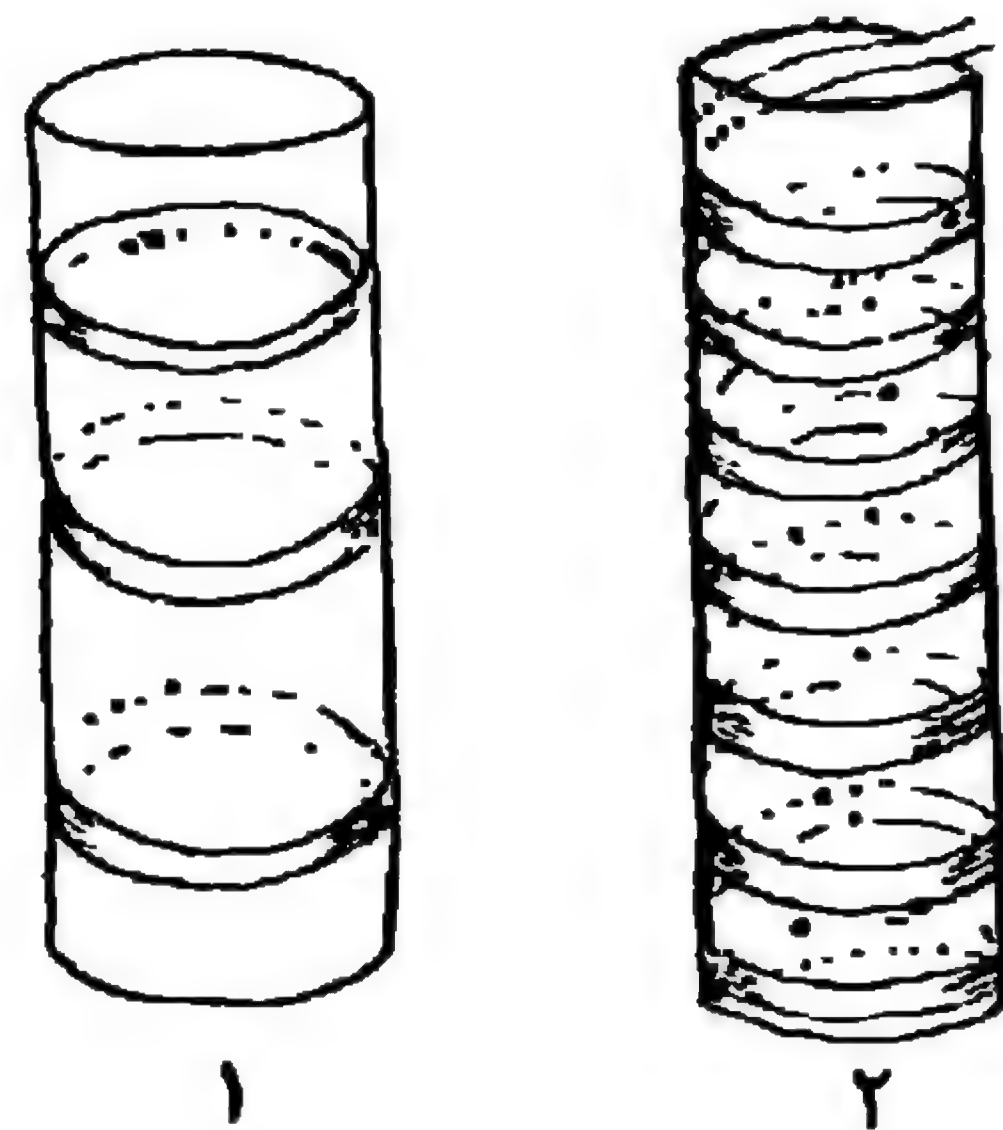
(شكل ٤٦)

- رسم بياني لجدار خلية غليظ ؛ (ا) جدار متظم الثخانة . (ب) جدار ذو ثغر (ب) بسيطة .
- (ح) جدار ذو ثغر (س) مسورة .



(شكل ٤٨)

- (١) خلية صغيرة قبل انقسامها الخلوي .
- (٢) الخلية بعينها بعد انقسام النواة .
- (٣) تمام الانقسام الخلوي (مكبرة ٥٠٠ قطر) .



(شكل ٤٧)

- قطع من الأوعية ظاهرفها . (١) الثخانة
- الحلقة . (٢) الثخانة الأولية في خلاياها .

التقط بسرعة أكثر منها عند البعض الآخر وفي بعض الأحوال تبقى بعض أجزاء من جدار الخلية كما هي بدون تغيير فتبدو هذه القطع الرقيقة كأنها بقع لامعة اذا فحص منظر سطح الخلية وهذه تسمى "نقرا" (Pits) وفي النقر البسيطة (ب) يكون الفراغ الذي لم يسمك أسطوانيا تقريبا واذا انظر الى طرفه كان الطرف مستديرا أو بيضيا (ج) والفراغ المتروك بلا غلاظة في نقرة مضفوفة يكون على شكل القمع ويبدو في منظره السطحي كأنما هو دائرتان متحدتا المركز أو هليلجية . والنقر الموجودة في جدار خلية تكون في العادة بازاء النقرة في جدار الخلية المجاورة بالدقة وتكون بمثابة واسطة للاتصال بين الخليتين . ومن الشائع جدًا حدوث الثخانة على شكل لولبي أو حلقي ، أى أشرطة على شكل أساور .

٥ — انقسام الخلايا — تواصل البروتوبلاسم . بامتداد الساق والجذر وتوليد أعضاء جديدة عند نقط النمو من النباتات العادية الخضراء تحدث زيادة كبرى في عدد الخلايا وهذه الزيادة ناشئة عن انقسام خلايا موجودة من قبل كل منها ناشئ عن انقسام خلية واحدة هي الخلية المخضبة من البيضة .

وأثناء عملية انقسام الخلية عند نقطة النمو من الفرخ أو الجذر تنقسم النواة أولا الى نصفين متشابهين كل التشابه بطريقة معقدة لا يمكن البحث فيها هاهنا وهذان النصفان أو هاتان النواتان الشقيقتان تتحيان بعد ذلك بعضهما عن بعض مسافة قصيرة داخل الخلية المنقسمة وينشأ جدار خلوي جديد بينهما . وهذا الجدار الجديد يقسم السيتوبلازم قسمين ظاهرين ويكون دائما على زاوية قائمة مع خط مستقيم مرسوم من إحدى النواتين الى الأخرى (شكل ٤٨) ومن فحص الخلايا ومحتوياتها فحصا عاديا يمكن أن يستنتج أن المادة الحية من خلية النبات المأخوذ مثلا ، محجوزة ومنوعة من الاتصال بجاراتها من الخلايا

حجرا تاما على أن الابحاث الجديدة قد دلت على أن بروتوبلاسم الخلية فى عدّة من الأحوال متّصل بروتوبلاسم الخلايا الملاصقة بواسطة خيوط بروتوبلاسمية دقيقة جدّ الدقة وهذه تمرّ من مسام ضيقة جدّا فى جدران الخلايا وربما كان البروتوبلاسم متواصلا فى الكائن الحى جميعه .

وفى بعض الأحوال كما فى الكيس الجنينى (Embryosac) من الببضة يستمر الانقسام فى النواة وما يصحبها من السيتوبلازم مدة ما دون أن تتكون جدران خلوية لكل خلية عقب كل انقسام مباشرة .

على أنه لا بد أن يصبح بروتوبلازم الخلايا النباتية محصورا بين جدران خلوية عاجلا أو آجلا .

٦ - الأنسجة - يشتمل جسم النبات على ما لا عدله من الخلايا على اختلاف أشكالها وأنواعها ولا تكون هذه الخلايا المختلفة موزعة بطريقة منتظمة خلال النبات بل تكون مجتمعة بعضها الى بعض على شكل أشرطة أو ألواح أو كتل اسطوانية وتسمى هذه المجتمعات من الخلايا " أنسجة " (Tissues) ويمكن تقسيم هذه الأنسجة عدّة أقسام وفاق ما اذا نظرنا إليها من حيث أصلها أو بنيتها أو وظيفتها . فالنسيج الذى يشتمل على خلايا حية ذات جدران رقيقة وتكون هذه الخلايا جنينية وقادرة على الانقسام يسمى " المرستيم " (Meristem) أى النسيج المكوّن . أما الأنسجة البالغة التى وصلت الى تمام نموها فتسمى " مستديمة " (Permanent) .

واذا نظرنا الى الأنسجة من حيث شكل الخلايا المكوّنة لها تميز من الأنسجة نوعان : (١) البارنشيمية (Parenchyma) و (٢) البروزنشيمية (Prosenchyma) .

ولا يمكن التمييز بين هذين النوعين تمييزاً دقيقاً ولكن الأول يشتمل في العادة على خلايا متساوية الطول والعرض والسماك تقريبا وتتصل كل خلية منه بجاراتها بأطراف وجوانب عريضة منبسطة .

وبالرغم من أن الخلايا في الأنسجة الحديثة العهد بالتكوين تكون متصلة تمام الاتصال بعضها ببعض عند كل نقط سطحها فإن جدران الخلايا المتجاورة في البارنشيمة المستديرة تنفصل عن بعضها في الزوايا وبذلك تحدث مسافات بين الخلايا تسمى "الحلال الخلوية" (Intercellular Spaces) (غ. شكل ٤٤). وتكون مملوءة بالهواء في العادة غير أنه يحسن أن ننبه هنا إلى أن هذه الحلال الخلوية تحدث في بعض الأحوال من جفاف ككل الخلايا أو تمام انفصالها وفي هذه الحالة يمتلئ الفراغ المتروك بين الخلايا بالصمغ والزيت والراتينجات وغير ذلك من الحواصل البرازية .

وخلايا نسيج البروزنشيمة طويلة ومدببة عند طرفيها وفضلا عن ذلك فإن الأطراف تمتد على شكل ذنب الحمامة بين الخلايا وبعضها يلتحم بعضها ببعض فلا تتكون خلال بين الخلايا .

والأنسجة البروزنشيمية والبارنشيمية التي تكون جدران خلاياها غليظة صلبة يطلق عليها لفظ "اسكلارانشيمة" (Sclerenchyma) .

تج ٤٧ : خذ إحدى الأوراق الشحمة الباطنة من بصلة بصل وبعدها أن تحز في سطحها حزا غير عميق بسكين حادة اقتزع من جلدها قطعة صغيرة وضع هذه القطعة في محلول مادة الايوسين أو الحبر الأحمر يضع دقائق ثم اغسلها وثبتها في نقطة من الماء على لوحة زجاجية وافحصها بالشيئية الضعيفة من مجهر (ميكروسكوب) ثم بالشيئية القوية . ثم انظر ولاحظ واعمل رسوما من الخلايا وجدرانها ونواها المنصبغ والبروتوبلازم والفجوات .

تج ٤٨ : اقطع شرائح رقيقة جدا من اللنت بموسى حادة وافحصها بالطريقة السابقة ولاحظ الحلال الخلوية وانقطع شرائح مثلها من البنجر الملوّن وافحصها بدون صبغ ولاحظ لون الصبغة الخلوية .

تج ٤٩ : انقص قطاعات من نخاع السمبوسكوس ولاحظ شكل الخلايا الميتة وحجمها وكذلك غلظ الجدران فيها وآثارها .

تج ٥٠ : هيء قطاعات عرضية وطولية من خشب عود ثقاب ولاحظ غلاظة الجدران الخلوية وآثارها وانقص بالطريقة ذاتها قطعاً أخرى من الأخشاب المتداولة .

تج ٥١ : اقطع شرائح رقيقة من الأوراق أو أى جزء أخضر من النبات وانقص الخلايا ولاحظ أن الأخضر ليس مسبباً عن اخضرار العصارة الخلوية بل عن وجود بلاستيدات كلورية صغيرة عديدة خضراء .

الفصل العاشر

تشريح الساق والجذر والورقة

نريد في هذا الفصل أن نتناول بالبحث أنواع الأنسجة العادية في مختلف أعضاء النبات من حيث ترتيبها العام وصنعتها النباتية ونذكر فوائدها في تدوير النبات عرضاً . فاما شرح العمليات الفيسيولوجية فانا تاركوها الى ما يأتى من الفصول .

الساق

١ - السوق العشبية من ذوات الفلقتين .

يشتمل جزء عظيم من السوق العشبية من ذوات الفلقتين على نسيج شحم طرى مطمورة فيه عدة من أشربة (Strands) نجيلية كثيفة القوام ليفية تسمى "الحزم الوعائية" (Vascular Bundles) وهذه تعطى للساق صلابة ولكن وظيفتها الكبرى إيصال العصارة الى أجزاء النبات كافة .

ويغطي سطح الساق نسيج رقيق من الخلايا يسمى "البشرة" أو "الأيپدرم" (Epiderm) ويطلق على باقى الأنسجة أى على الشكل ما عدا البشرة والحزم الوعائية اسم "النسيج الأساسى" (Ground Tissue) .

فى القطاع العرضى من ساق ترى الحزم الوعائية جنبا لجنب على خط دائرى (شكل ٤٩) وذلك الجزء من النسيج الأساسى الذى تحتويه حلقة الحزم الوعائية يقال له "النخاع" (Pith) (ن) والجزء الكائن خارج الحلقة المذكورة يسمى "القشرة" (Cortex) (ق) أما الأشرطة الصغيرة الضيقة الجارية على استقامة نصف القطر بين الحزم وتصل القشرة بالنخاع فتسمى "بالأشعة النخاعية" (شن) (Medullary Rays) .

ويتكون من الحزم الوعائية والأشعة النخاعية والنخاع كتلة اسطوانية من الأنسجة تعرف "بالاسطوانة الوعائية" (Vascular Cylinder) أو العمدة وهذه تمتد فى النبات من طرف الساق الى النقطة النامية من الجذر .

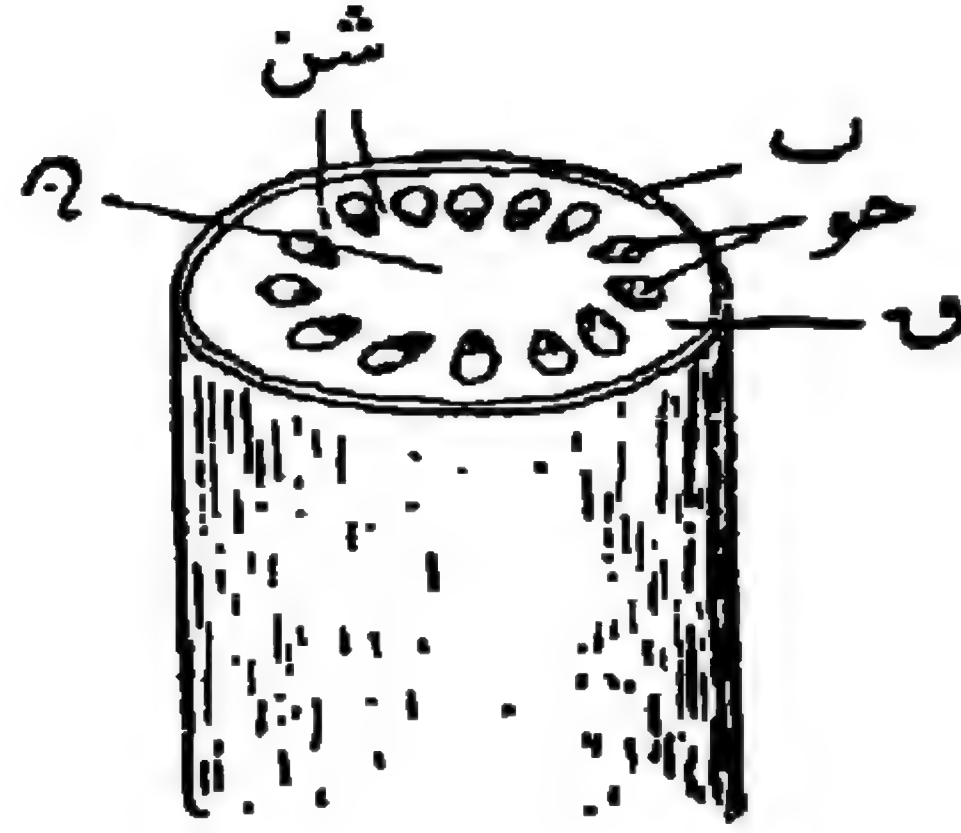
(١) البشرة — نسيج سميك فى العادة خلية واحدة وهى بمثابة كساء واق للنبات تمنع سرعة فقدان الماء منه . وكذلك تحمى الخلايا الداخلة من الأضرار المسببة عن المطر والبرد والصقيع والحشرات وخلايا هذه البشرة أنبوبية منبسطة مرصوفة بعضها الى جانب بعض رصفا محكما إلا حيث توجد المنافذ المسماة "الثغور" (Stomata) وبما أن هذه الثغور توجد بكثرة على بشرة الورق فإن البحث فى تركيبها مؤجل الى صفحة (١٢٦) وفى العادة يكون الجدار الخارجى من البشرة أسمك من الجدران الجانبية والجدار الداخلى وهى ثلاث طبقات تسمى الطبقة الخارجة المعرضة للجو "بالأديم" (Cuticle) والأديم يتكون من مادة تسمى "الكيتوز" تستعصى فيها مرور المياه وهى جسم ثابت جدا قابل لمقاومة تأثير المحملات الشتى التى تذيب السلولوز . ويرى

على أديم السوق والأوراق من نبات الكرنب وقصب السكر وأنواع كثيرة من الغلال والنجيليات الأخرى وكذلك على ثمار الأعناب والبرقوق طبقة رمادية اللون هي حاصل أخرجته الخلايا البشرة ويشتمل على جزئيات من الشمع إما مستديرة الشكل أو مستقيمة على شكل قضيب وإما حشوية.

وسطوح مختلف أجزاء النبات المغطاة بهذه الطبقة الشمعية تفقد من الماء أقل مما تفقده الأجزاء التي أزيلت عنها بالحك ويظهر أن هذه الطبقة الشمعية هي كوقاية جزئية من غشيان الفطريات والحشرات وتشتمل خلايا البشرة على المعتاد من المحتويات الخلوية (Cell contents) إلا البلاستيدات الخضرية فانها في العادة مفقودة وهذه الخلايا تكون ملاءى بالعصارة بصفة خاصة وهذه العصارة تكون دائماً قرنفلية اللون أو حمراء أو قرمزية بفعل مادة يظهر أنها تقي خلايا القشرة شر الضوء المفرط وفي بعض النباتات (ان لم نقل كلها) تكون العصارة في خلايا البشرة بمثابة مخزن للماء تستمد منه الخلايا الباطنة من الساق عند الحاجة .

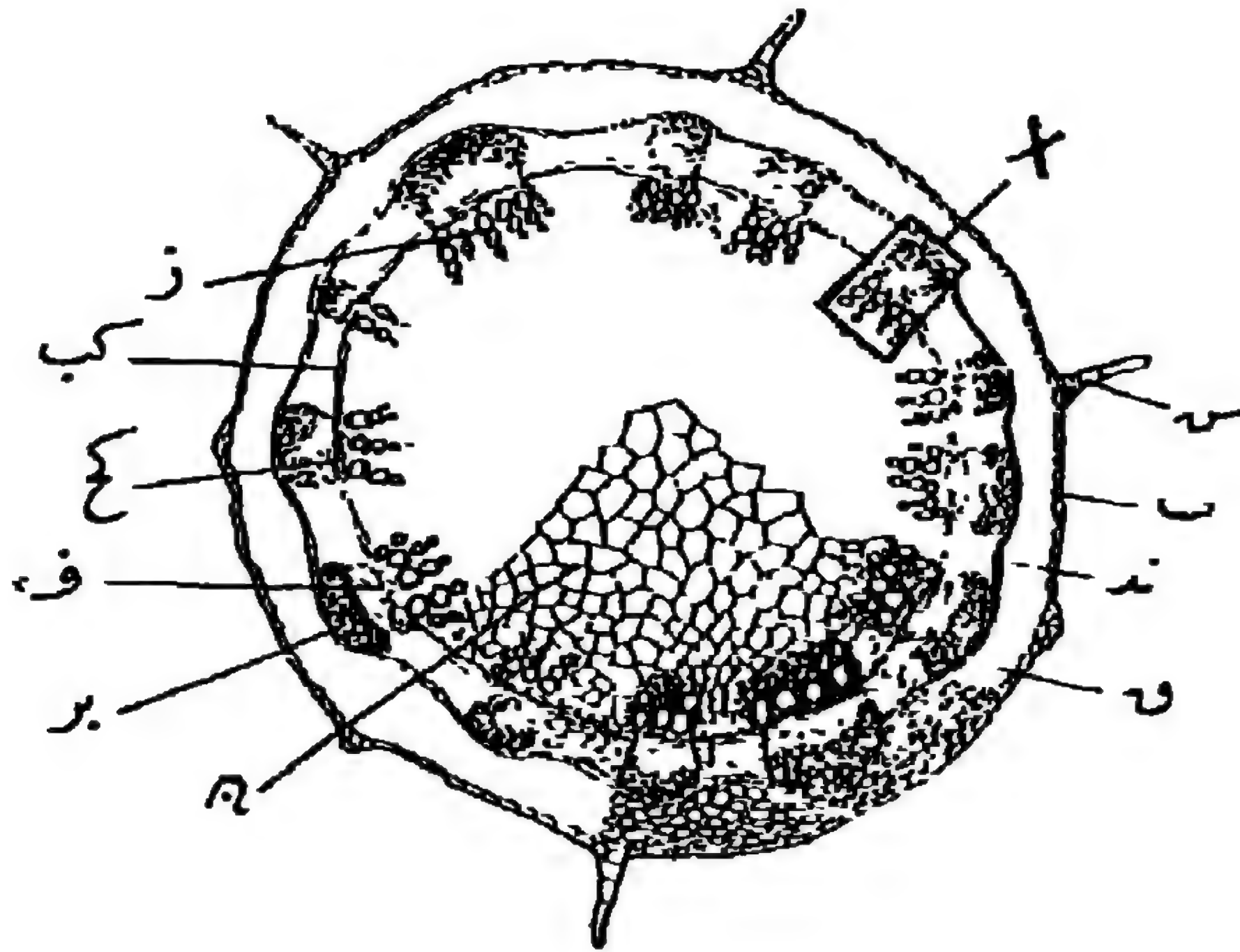
ولا ينبغي أن سطح السوق وغيرها من أجزاء النباتات تكون مغطاة في الغالب بشعر وهذا الشعر منسوب الى البشرة وكل شعرة في أبسط أشكالها ليست سوى خلية بسيطة نمت أطول من جاراتها على أن بعض الشعر هو امتدادات عديدة الخلايا من البشرة (ش . شكل ٥٠) وقد يكون على أشكال عدة كما هو الحال في الشعرة الواحدة الخلية .

والشعر يكون خشن الملمس أحيانا ويكون بمثابة واسطة للدفاع ضد الحشرات وضد الحيوانات على وجه الإجمال ومن وظائفه أن يكون كوقاء يمنع سرعة خروج الماء من النبات ويكون أشبه شئ بجائل دون شدة ضوء



(شكل ٤٩)

رسم بياني يرى توزيع الأنسجة المهمة في ساق ذات فلتين ؛ ب = بشرة ؛ حو = حزم وعائية ؛ ق = قشرة ؛ ن = نخاع ؛ شن = أشعة نخاعية .



(شكل ٥٠)

قطاع عرضي من ساق عباد الشمس (مكبر ثمانية أقطار) X جزء يشمل حزمة وعائية ؛ ب = بشر ؛ ش = شعر ؛ ق = قشرة ؛ ند = اندودرم ؛ ز = زيلم ؛ ف = فلويم ؛ كح = كاميوم حزمي ؛ كب = كاميوم بيني حزمي ؛ بر = الياف بريسبيكلية .

الشمس . والشعر في سوق النباتات الصبية وفي أزراها يحمي الأجزاء الغضة من الأضرار والصقيع وبعض الشعر يكون بمثابة آلات مفرزة ، ولذلك تسمى "غدا" (Glando) تفرز مركبات زيتية وراتنجية لها — كما في النعنع وحشيشة الدينار وغيرهما من النباتات — رائحة خاصة . وكثير من هذه الحواصل المفرزة من مثل هذا الشعر يكون لزجا يمنع مثل النمل من الحشرات من تسلق الساق والوصول الى عسل الزهرة .

(٢) القشرة (Cortex) — قشرة الساق ممتدة من البشرة الى الاسطوانة الوعائية ويشتمل جزء عظيم منها على خلايا بارنشيمية حية تشتمل على بلاستيدات خضيرية كثيرة وخلايا الجزء الواقع تحت البشرة مباشرة تكون جدرانها في الغالب ثخينة في أركانها وتكون ما يسمى "بالنسيج الكولنشيمي" (Collenchymatous) ووظيفة هذا النسيج تقوية البشرة وإمداد الساق جميعها بالمئات والطبقة الأخيرة من خلايا باطن القشرة تكون غمدا مستمرا محيطا بالاسطوانة الوعائية ويسمى "الاندودرم" (Endoderm.) أو "البشرة الباطنية" (ند . شكل ٥٠) وليست خلاياها مبيانة لجاراتها من الخلايا المجاورة لها مبيانة كثيرة ولكنها تشتمل في العادة على كثير من الحبيبات النشوية تجعلها واضحة في قطاعات بعض السوق .

(٣) الاسطوانة الوعائية أو العمد — تشتمل على كل الأنسجة الواقعة داخل الاندودرم وهي الحزم الوعائية الآتى وصفها والنخاع والأشعة النخاعية (شكل ٥٠) وتعرف الطبقة الخارجية المجاورة للاندودرم مباشرة "بالپريسيكل" (Pericycle) أو "الطبقة المحيطة" وقد تشتمل هذه على طبقة واحدة من الخلايا أو أكثر وفي بعض السوق تكون خلايا "الپريسيكل" رقيقة الجدر ومنها تنشأ أغلب الجذور والفراخ العرضية .

والأشعة النخاعية مكوّنة من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدران وتحفظ خلايا الأشعة النخاعية محتوياتها الحية مدة طويلة ولكن خلايا النخاع لا تعيش إلا مدة قصيرة .

وإذا انتخبنا حزمة وعائية واحدة فى سلامية أى نبات ذى فلتين وتبعنا سيرهما الى أعلى نجد أنها تخرج من الاسطوانة الوعائية مارة بالقشرة الى الأوراق حيث تتفرع وتكوّن العروق وتسمى مثل هذه الحزم الوعائية المشتركة بين الساق والورق "بالحزم المشتركة" ويسمى جزؤها الموجود فى الساق "بذريها الورقى" (Leaf-trace) وقد تدخل حزمة أو أكثر من كل ورقة الى الساق وإذا اتبع سيرها الى أسفل وجد أن نزولها عمودى من سلامية أو أكثر ثم تتحد فى النهاية بالحزم التى دخلت الساق من الأوراق التى هى أكبر منها عمرا والتى هى موجودة تحتها والحزم فى نزولها تكون كلها على مسافة واحدة من المركز ولذلك فإنها اذا نظرت فى قطاع عرضى تظهر مرتبة على شكل دائرى .

وهناك اختلاف كبير فى طريقة تفرع الحزم واتحادها فى النباتات المختلفة وفى مقدار هذا التفرع ولكن نظامها يكون بحيث ان الحزم الوعائية فى الأوراق والسوق والجذور تكون دائما جهازا مستمرا موصلا من أنسجة متواصلة مهيا خصيصا لتسهيل إيصال العصارة الى جميع أجزاء النبات .

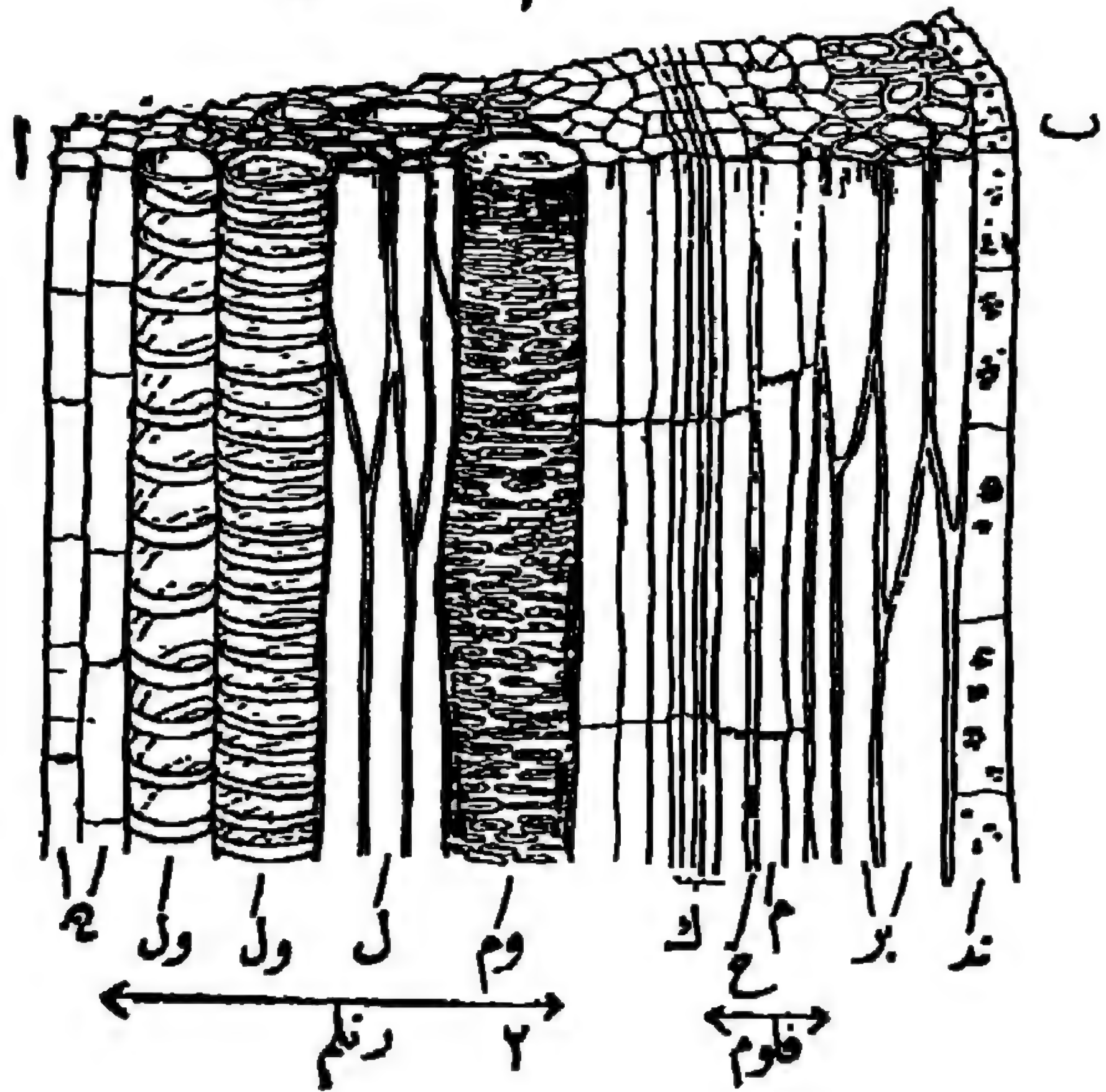
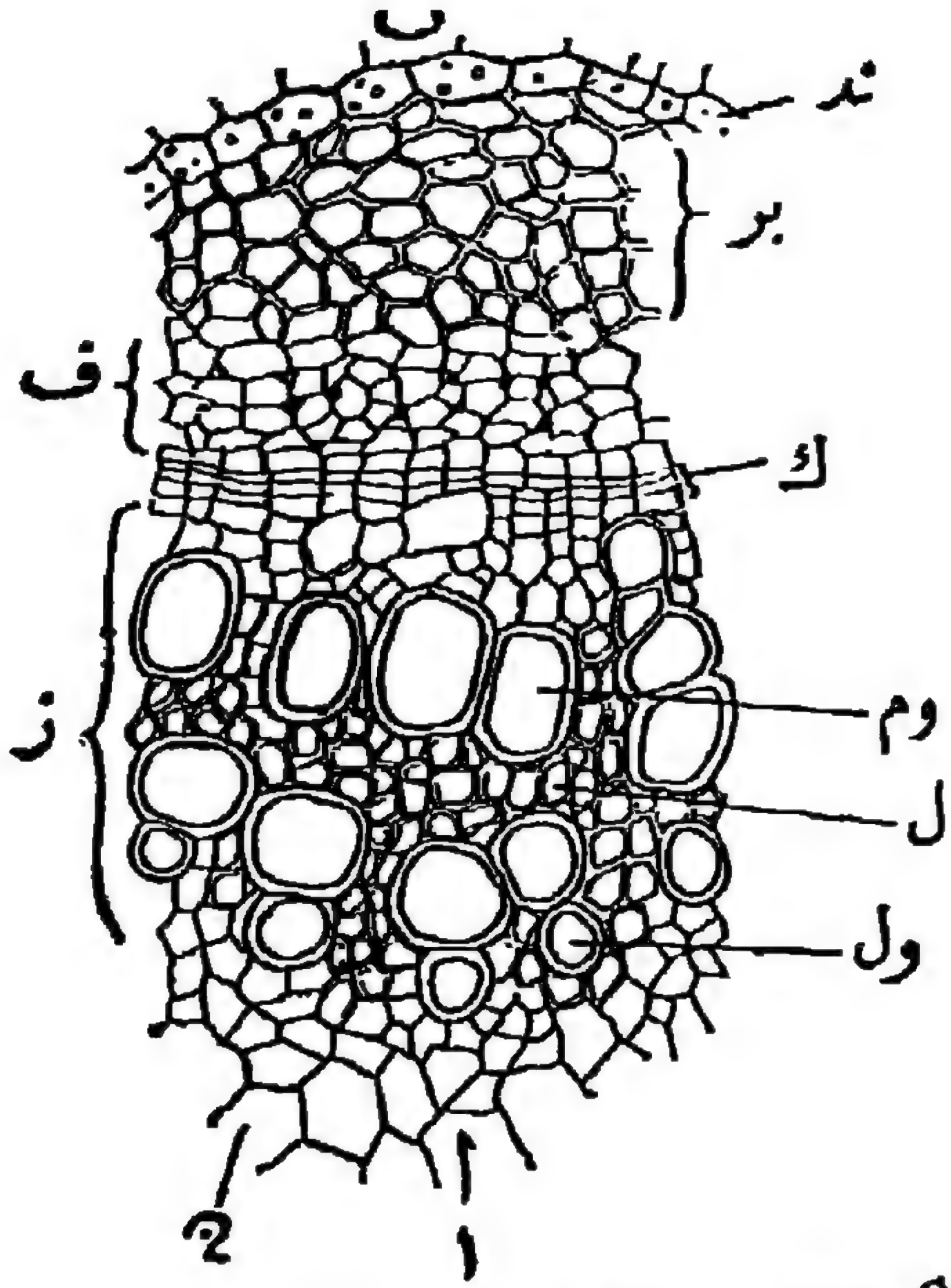
وفى هذا النوع من الساق تشتمل كل حزمة وعائية على ما يأتى من الأنسجة :

(أ) الزيلم (Xylem) (أ و ز . شكل ٥١) .

(ب) فلويم (Phloem) .

(شكل ٥١)

(١) قطاع عرضي من
 حزمة وعائية من ساق عباد
 الشمس (مكبراً ١٢٠ قطراً) .
 تدوير في الشكل السابق .
 (٢) قطاع طولى نصف قطري
 في الحزمة المذكورة .
 نخاع الساق ؛ ز = زيلم ؛
 ل = ليفة ؛ وم =
 وعاء منقر ؛ م = أنبوبة
 غربالية ؛ خ = خلية
 مرافقة ؛ بر = ألياف
 بريسكلية ؛ ند = اندودرم ؛
 ك = كامبيوم الحزمة ؛
 ول = وعاء لولبي .



(ج) طبقة نسيج مريستيمي رقيق الجدار تسمى "كامبيوم الحزمة".

وهذه الأنسجة مرتبة بعضها بجانب بعض بحيث أنه إذا رسم نصف قطر من مركز قطاع عرضي من الساق إلى الخارج مرة على الأنسجة الثلاثة ويقع الكامبيوم بين الزيلم والفلويم والزيلم أقرب إلى النخاع . وأما الفلويم فهو بعيد عن النخاع والحزم التي يقع فيها الزيلم والفلويم على ذات نصف القطر تسمى "بجانبية" (Collateral) وإذا كانت الحزم تشتمل على كامبيوم كما في ذوات الفلقتين سميت "مفتوحة".

(١) الزيلم — العناصر التي تصادف في الزيلم هي في العادة (١) أوعية (٢) قصيبات (Tracheid) (٣) الياف وخلايا ليفية (٤) برانشية زيلمية كلها في العادة ذات جدران خلوية ثخينة ثابتة تشتمل على مادة الليجنوسلولوز (Lignocellulose) وليست النسبة واحدة في كل الحزم فإن في بعض الأحيان تكون بعض العناصر مفقودة بته على أن القصيبات (Tracheae) والقصيبات (Trachied) موجودة دائماً في كل أنواع الزيلم .

الأوعية (ول و وم) ليست خلايا ولكنها أنابيب مستمرة طويلة مفرغة كل منها مكون من صف من خلايا بعضها فوق بعض وفيها كثير من جدران خلاياها العرضية قد امتص أو ذاب . وفي بعض النباتات المتسلقة تكون تجاويف الأوعية بطول تسعة أقدام أو عشرة ومتوسط طول الأوعية بحسب مقاسات الأستاذ (Adler) هي في خشب البلوط . ٤ بوصة وفي البندق وشجر البتولا خمس بوصات وترى في جدرانها ثخانات إما حلقية أولولية أو شبكية وقد ترى بها ثغرات والتي تتكون في الحزمة في أول الأمر تكون ثخاناتها حلقية أولولية فقط وتكون ما يسمى "البروتوزيلم" (Proto-Xylum) .

فى أول الأمر تشتمل الأوعية على بروتوبلازم فاذا نمت استعملت المادة الحية فى تكثيف جدران الخلايا فاذا اكتمل تكوينها أصبحت أجساما ميتة خالية تقوم بتوصيل الماء .

والقصبيات (Tracheid) تشبه الأوعية فى صفة جدران خلاياها وفى وظيفتها على أنها ليست أجساما مركبة بل خلايا طويلة مفردة وفارغة . والخلايا الليفية طويلة ومحددة الطرفين وهى تشتمل على مشتملات حية وتكون جدران خلاياها ثخينة ومنقوشة أحيانا بنقر صغيرة . والألياف (L) هى خلايا غليظة الجدران متشابهة قد فقدت مشتملاتها البروتوبلازمية وأصبحت تشتمل على هواء وماء فقط .

وبرنشيمة الزيلم تتركب من خلايا مستطيلة قليلا أطرافها مربعة كلية وتشتمل الخلايا على مشتملات حية وجدران الخلايا سمكية نوعا وتكون منقرة قليلا وفيها ينحترن النشا أحيانا .

(ب) الفلويم — العناصر المكونة للفلويم هى : (١) الأنايب الغربالية (Sieve-tubes) (م) مع خلاياها المرافقة (Companion-cells) (خ) و (٢) مقدار من برنشيمة الفلويم ذات جدران رقيقة وتتركب جدران خلاياها من السلولوز المعتاد .

والأنايب الغربالية هى خلايا طويلة رقيقة الجدران مرصوفة طرفا لطرف والجدران العرضية أو الطرفية التى تفصل الأنبوبة الغربالية من الأخرى لم تزل تماما كما هو الحال فى أوعية الزيلم ولكنها مثقوبة بمسام مفتوحة بواسطة تكون مشتملات الأنايب المجاورة فى اتصال دائم بعضها ببعض وهذه الجدران العرضية المثقوبة تسمى "الألواح الغربالية" (Sieve-plates) وإذا بلغت الأنايب الغربالية اشتملت على بطانة (Lining) رقيقة من مادة

السيئوبلازم بغير نواة . فأما باقى تجويف الخلية فيكون مملوءا بمادة قلوية مخاطية وافرة المادة البروتيدية وكثيرا ماتشتمل على حبيبات نشوية .
هذه الأنايب الغربالية تقوم بوظيفة إيصال شتى المواد العضوية ولا سيما ما كان منها ذا صفات بروتيدية .

الخلايا المراقبة — هى خلايا ضيقة طويلة توجد على امتداد الأنايب الغربالية وهى مملأى بمادة سيئوبلازميه حبيبية تكون فيها نواة دائما وتنشأ الأنوبة الغربالية وخليتها المراقبة من خلية أم واحدة .

(ج) الكامبيوم (Carpium) — يقع الكامبيوم بين الزيلم (ك. شكل ٥١) وبين الفلويم ويشتمل على طبقة من خلايا مرسنيمة رقيقة الجدران كل منها على شكل منشور مستطيل ضيق قائم الزوايا بأطراف محددة مائلة ويكون الكامبيوم فى السوق الصغيرة السن محصورا فى الحزم الوعائية . أما فى السوق الكبيرة السن فينشأ فى الأشعة النخاعية نسيج مرستيمى جديد يشابه ذلك تمام المشابهة ويسمى "بالكامبيوم البنى الحزمى" (Interfascicular Cambium) وهذا يمتد فيها ويصل كامبيوم الحزمة بكامبيوم الحزمة المجاورة لها (كب. شكل ٥٠) ولذلك تجد فى السوق الكبيرة السن اسطوانة رفيعة تامة ذات خلايا متقسمة تظهر فى القطاع العرضى على شكل منطقة ضيقة تسمى "حلقة الكامبيوم" (Carpium Ring) وحلقة الكامبيوم تضيف على الزيلم والفلويم عناصر جديدة بالطريقة المشروحة بعد. ولكن فى النباتات العشبية ذات الفلقتين التى لاتعيش طويلا تقف هذه الزيادة فى النمو على عجل وعلى ذلك فلا يكون تأثير هذه الزيادة محسوسا فى هذه النباتات كما هو الحال فى السوق الخشبية المعمرة .

تج ٥٢ : اقطع سوقا طريثة صغيرة السن من نباتات عباد الشمس والطرطوقة والبقول والبطاطس وأى نبات عشبي آخر شائع وأخص السطوح المقطوعة بمدسة جيب ولاحظ وجود الحزم الوعائية وترتيبها وكذلك النخاع .

تج ٥٣ : ضع بعض سوق صغيرة من نبات عباد الشمس فى مزيج مركب من جزئين من الكحول المثل (Methylated spirit) وجزء من الماء وابقها فى هذا المزيج لاستعمالها عند لزوم . واقطع فى ساق يكون قد مضى عليها فى هذا السائل ثلاثة أو أربعة أيام ، قطاعات عرضية بموسى مبلولة بالسائل المذكور وانقل القطاعات الى زجاجة ساعة فيها ماء وبعد أن تبقى فيها بضع دقائق خذ قطاعا منها وضعه فى نقطة من الماء على لوحة صغيرة من الزجاج وغطها بالنظاء الشبثى وافحصه بأضعف شبيثة فى المكروسكوب واعمل رسومات تبين موضع الأجزاء الآتية وصفها :

(١) البشرة .

(٢) القشرة .

(٣) البشرة الباطنة .

(٤) الحزم الوعائية .

(٥) النخاع ونسيج الاشعة النخاعية الموجودة بين الحزم وافحص بعد ذلك بالشبيثة القوية واعمل رسومات عن أجزاء صغيرة من الأجزاء المختلفة المذكورة قبل والتفت بنوع خاص الى الزيلم والكاميوم والفلويم وقارن بشكل (٥١) .

وتبين ما اذا كان الكامسيوم البنى الحزمى قد تكون عرضة الاشعة النخاعية .

تج ٥٤ : خذ قطعة من ساق عباد الشمس طولها ربع بوصة تقريبا تكون قد حفظت كاهو مبين فى التجربة السابقة واقطع منها قطاعات طويلة حتى يمر القطاع فى حزمة وعائية (ويلاحظ فى قطع القطاعات الطولية أن تمر الموصى من جانب الى جانب لا من طرف الى طرف) .

ثم افحص أولا بالشبيثة الضعيفة ثم بالقوية واعمل رسومات عن أشكال الخلايا التى ترى فى البشرة والقشرة والفلويم والكاميوم والزيلم والنخاع على التوالى .

وتبين أى خلايا القطاع الطولى تقابل الخلايا التى نظرت فى القطاع العرضى .

تج ٥٥ : ادرس تشرح الساق من نبات الفول وغيره من النباتات العشبية الشائعة من ذوات الفلقين .

وابداً بفحص القطاعات دائماً بأصغر قوة أى بالعين المجردة أو بعدسة جيب جيدة وبعد ادراك نظام الانسجة الشهيرة ادراكاً عاماً افحصها بالقوات الكبرى على الترقى .

أمام صفحة ١١١

(شكل ٥٢)

(شكل ٥٣)

السوق الخشبية المعمرة من ذوات الفلقتين

(١) انقسام خلايا الكامبيوم — في الأدوار الأولى من سوق الشجيرات والأشجار يكون نظام الأنسجة وبنائها مثل ما هو في النباتات العشبية القصيرة العمر سواء بسواء . فاذا ازداد عمرها زادت في السمك من سنة الى سنة وفي القطاعات العرضية من مثل هذه السوق السميكة تكون الحزم الوعائية الصغيرة المنعزلة (التي كانت ظاهرة أيام كانت السوق صغيرة السن) رخصة غضة غير ظاهرة مطلقا وأكبر جزء من الجسم المترايد من الأنسجة في مثل هذه السوق حاصل من انقسام الخلايا الانشائية (Initial Cells) من حلقة الكامبيوم وكل خلية انشائية من الكامبيوم (١ . شكل ٥٢) تنقسم قسمين بواسطة جدار مواز لسطح الساق . وتبقى إحدى هاتين الخليتين على الدوام قادرة على الانقسام . وأما الثانية فاما أن تتحول مباشرة الى خلية دائمة أو تنقسم مرة أو اثنتين تبقى الخلايا المتولدة تتغير بعدها بالتدرج حتى تصبح عناصر دائمة والتغير الى خلية أو خلايا دائمة قد يحصل في إحدى الاثنتين المتولدتين عن انقسام الخلية الانشائية فاذا كانت الخلية الداخلية تنوع تضاف الى الزيلم (ز) واذا تغيرت الخلية الخارجية زادت حجم الفلويم (ل) وانقسام خلايا الكامبيوم ونمو الحواصل وتكثفها يستمران من الربيع الى الخريف . أما في الشتاء فان انقسام الخلايا يقف أو ينقص تقصنا كبيرا وبما أن الكامبيوم يمتد على شكل أسطوانة مستمرة داخل الساق فان في كل فصل نمو تضاف أسطوانة زيلمية خارج الاسطوانة الموجودة من قبلها ويضاف مثل ذلك على الفلويم من داخله . ومقدار الزيلم الذي يولده الكامبيوم هو دائما أكثر من مقدار الفلويم بكثير وزد على ذلك أن نسيج الفلويم يشتمل على الأخص على عناصر رقيقة الجدران وهذه تصبح صفائح رقيقة بواسطة ضغط الزيلم

المتمدد والقلف المقاوم . أما الزيلم فباله من خلايا جدرانها سمكية وأوعية كذلك لا يتأثر إلا قليلا بهذه الطريقة . وفي القطاعات العرضية من الجزوع (Trunks) والفروع من الشجر والشجيرات يظهر الكامبيوم للعين كأنه لا يولد إلا زيلما فقط .

(ب) الحلقات السنوية (Annular Rings) العقد — اذا نشرت شجرة على عرضها ونعم السطح المقطوع بأزميل لوحظ في الخشب عدد من مناطق حلقة (شكل ٥٣ و ٥٤) هذه المناطق تسمى "الحلقات السنوية" ويمثل كل منها النسيج الزيلمى الذى أنتجه الكامبيوم أثناء فصل واحد . ومن ابتداء هذا الفصل الى ابتداء الفصل الثانى تمضى فى العادة سنة كاملة ولذلك ففى الساق التى عمرها ستان يرى حلقتان والتى عمرها ثلاث سنوات ترى ثلاث حلقات وهلم جرا (شكل ٥٣) .

وأنه نظرا لوجود بعض فروقات بين الزيلم المتكون فى بدأ فصل النمو وبين ذلك المتولد فى النهاية يمكننا أن نرى هذه الاضافات السنوية المطردة فى الزيلم على شكل أشرطة ظاهرة وإلا فانه اذا كانت العناصر التى يولدها الكامبيوم كلها واحدة الطبيعة طول حياته لم يكن ممكنا أن تعين النقط التى وقف عندها الكامبيوم أو عاود نموه .

وانا غاور الكامبيوم النمو فى الربيع أحدث أوعية وخلايا أرق جدرا وأوسع تجويفا من تلك التى يصنعها فى الصيف والخريف فى كل حلقة سنوية وعلى ذلك يرى جزآن مبيتان أو أكثرهما (أولا) طبقة من خشب الربيع يتكون من أول فصل النمو (ثانيا) طبقة مما يسمى "بنخشب الخريف" يتكون فى أواخر الصيف والخريف .

وخشب الربيع في العادة رخو القوام باهت اللون وأوعيته في كثير من الأشجار من السعة بحيث تبدو للعين كأنها منطقة من المسام .
أما خشب الخريف فهو أصلب قواما وأقمت لونا وعدد أوعيته قليل بالنسبة لخشب الربيع وتكون صغيرة فلا تراها العين .

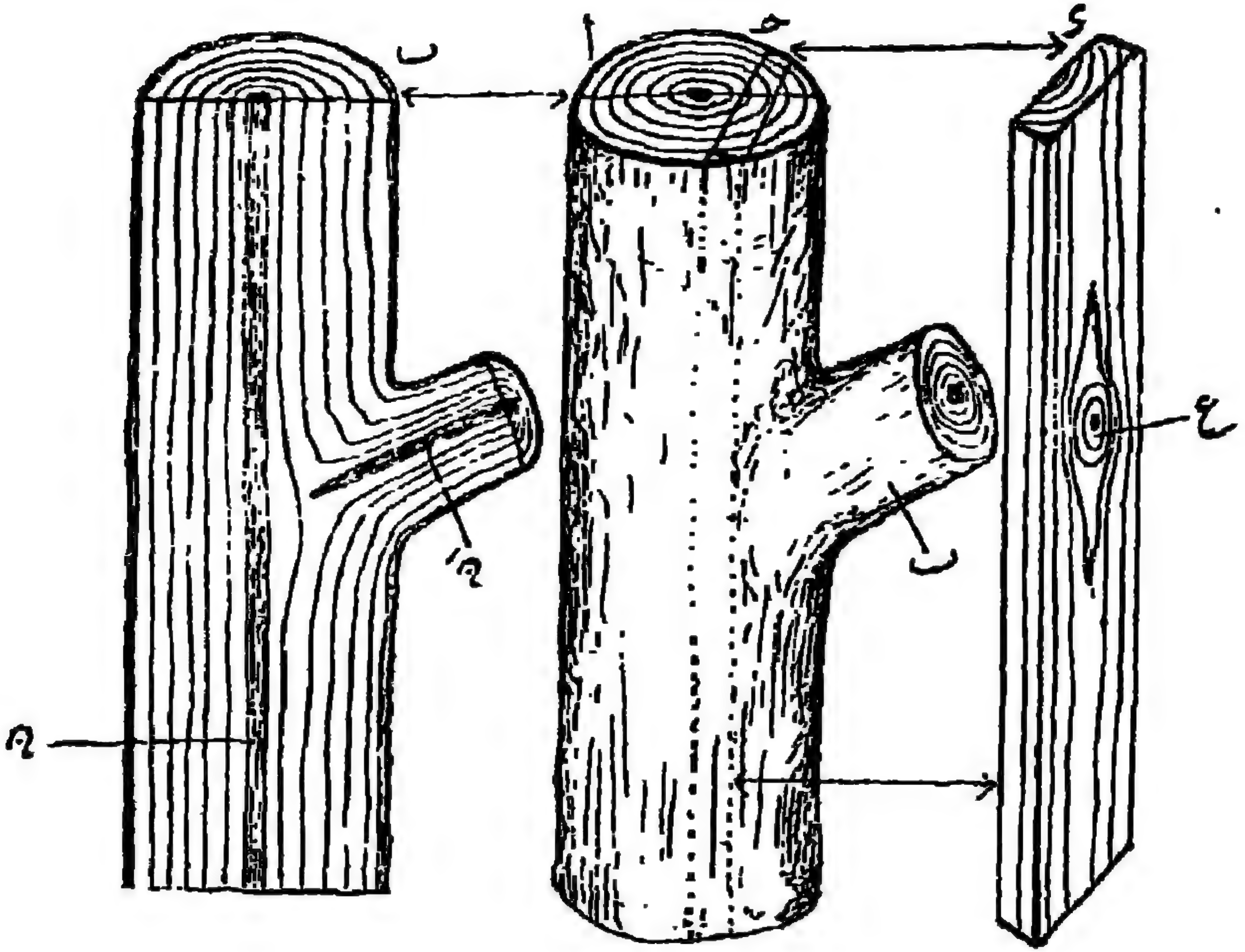
وكامبيوم الساق مستمر مع كامبيوم الفروع (شكل ٥٤) وإذا قطع قطاع طولي منها وجد أن الاضافة السنوية لخشب الساق مستمرة في الفروع أيضا وإن كان مقدارها المضاف سنويا أقل من الزيادة في كامبيوم الساق وعلى ذلك فتكون الحلقات السنوية في فرع ما أضيق منها في ساق عمرها عمر ذلك الفرع .
ويلاحظ من الشكل السابق أن الأجزاء القاعدية من أى فرع تصبح مطمورة في الخشب الذي يضاف على الساق من سنة إلى أخرى ولذلك فبقطع لوحة طولية كما هو مبين في (ح) فإن الجزء المطمور من الفرع يقطع قطاعا عرضيا تقريبا ويبدو على شكل عقدة بيضية (ع) .

(ج) العناصر التي ينتجها الكامبيوم — الأشعة النخاعية . بما أن الكامبيوم يقع بين الزيلم والفلويم فظاهر أن الزيلم الأولى والفلويم الأولى من الحزم الوعائية المكونين أولا لا بد أن يدفع بالتدرج بواسطة الزيلم الثانوى والفلويم الثانوى اللذين ينتجهما الكامبيوم ولذلك ففي السوق الكبيرة السن يرى الزيلم الأولى محيطة بالنخاع في المركز ويرى الفلويم الأولى بالقرب من الخارج (ج . شكل ٥٦) .

والعناصر المكونة للزيلم الثانوى مشابهة لتلك التي تكوّن الزيلم الأولى وهى : الأوعية والقصبية (Tracheid) والاليف والخلايا الليفية والبرنشيمة الخشبية على أن الأوعية والقصبية لا تكون لولية التخانة أو حلقة مطلقا بل ذات ثقب مضمفوفة وثخانات شبكية .

كل هذه العناصر قد تكون موجودة أو قليل منها فقط . مثال ذلك : زيلم شجرة "اليو" (Yew) فانه يشتمل على قصيبات فقط أما جرم الزيلم فى الأشجار المخروطية فيشتمل على القصيبات والبرنشيمة الزيامية أما خشب أغلب ذوات الفلقتين فيشتمل على هذه العناصر جميعها وعناصر الفلويم الثانوى مشابهة لعناصر الفلويم الأولى أى الأنايب الغربالية وخلاياها المرافقة والبارنشيمة وفى بعض الأحيان توجد ألياف من الفلويم وخلايا ليفية حية وبعد تأدية الأنايب الغربالية والخلايا المرافقة وأكثر برنشيمة الفلويم وظيفتها مدة من الزمن وهى توصيل الغذاء تصبح فارغة وفى الأجزاء الكبيرة السن تضغط هذه العناصر وتكون كتلة غير منتظمة لا يرى فيها تجاوىف خلوية وإذا كثرت الألياف الفلويمية ذات الجدران الغليظة كما فى شجر الليمون وغيره من الأشجار يظهر الفلويم فى القطاعات العرضية على شكل أسرطة حلقة رقيقة .

وفضلا عن ذلك فان بعض خلايا حلقة الكامبيوم تتغير حتى تصبح خلايا أشعة نخاعية (م . شكل ٥٣) والأشعة النخاعية الأولية الواقعة بين الحزم الوعائية المتكونة أولا فى الساق غير السميكة تمتد بواسطة الكامبيوم البنى الحزمى عند ابتداء السماكة فيها ولذلك تمتد دائما من النخاع الى ما بعد الفلويم وتتكون أشعة نخاعية ثانوية جديدة بعد ذلك بواسطة بعض خلايا من حلقة الكامبيوم فى فترات متتابة غير منتظمة أثناء الازدياد فى السماكة وهذه الأشعة النخاعية الجديدة تمتد من الحلقات السنوية من الزيلم الذى ظهر فيه أولا الى حلقات الفلويم المقابل فى الجانب الآخر من الكامبيوم ولذلك فهى أى الأشعة النخاعية ذات أطوال مختلفة والأشعة النخاعية تختلف عرضها حتى فى ساق واحدة . وفى بعض الأحوال تكون سماكتها سماكة خلية واحدة وفى القطاعات العرضية لا تكاد تراها العين . أما فى غيرها من أنواع الزيلم



(شكل ٥٤)

(١) ساق شجرة عمرها ست سنوات وفيها فرع ف ؛ (ب) قطاع طولى فى نفس الساق
يبين كل الحلقات السنوية ماعدا الحلقة الأولى المستمرة فى الفرع ؛ (د) لوحة طولية مقطوعة
من أ . (ع) عقدة (قطاع عرضى من الفرع ف) .

(شكل ٥٥)

فان كثيرا من هذه الأشعة يكون على سماكة عدة خلايا . وفي القطاعات العرضية تلوح على شكل أشرطة نصف قطرية خفيفة اللون ظاهرة وهي في القطاعات الطولية القطرية ، اذا أمكن رؤيتها ، تظهر كأشرطة عرضية ذات أقطار تجرى من النخاع الى الخارج ويكون للأشعة الأولية أكبر عرض رأسى (شكل ٥٤) .

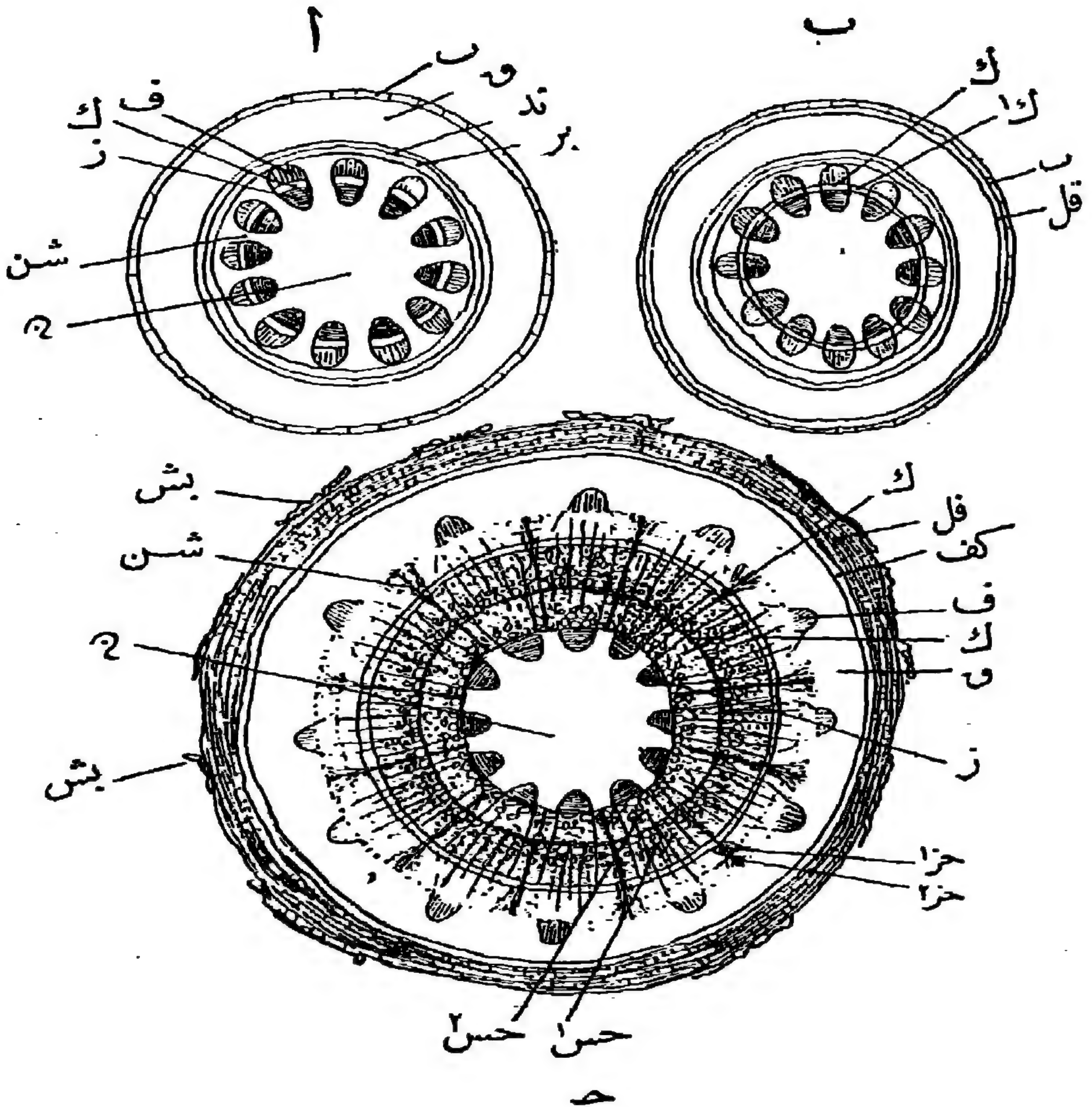
وفي القطاعات الطولية المشطورة بالميل على نصف قطر الساق لا يرى إلا أجزاء صغيرة فقط على شكل بقع أشبه بالنخالة وخلايا الأشعة النخاعية هي على شكل قوالب الطوب وتكون ذات جدران تحينة منقورة ذات مشتملات خلوية حية تبقى بها مدة طويلة . وهي توصل شيئا من الحاصلات الزائدة التى تصنع فى الأوراق وفى الشتاء تخزن بها النشا وغيره من المواد الزائدة لاستعمالها فى الفصل التالى ويدور الهواء على كل أجزاء الزيلم والفلويم فى الخلال الخلوية الكائنة بين خلايا الأشعة النخاعية .

(د) الخشب الصمى (Heart-wood) والخشب العصىرى (Splint-wood) .

فى السوق القديمة من البلوط والجوز وغيرهما من الأشجار يكون خشب الحلقات السنوية الموجودة فى مركز الشجرة أثقل وأصلب وأقمت لونا وأجف من خشب الحلقات التى هى بالقرب من الكامبيوم ويسمى هذا الخشب القاتم "بالخشب الصلب" أو "الصمى" ويسمى التالى المحيط به وهو أفتح لونا من السابق وأطرا قواما "بالخشب الرخو" أو "الخشب العصىرى" وليس عرض الخشب العصىرى أو عدد الحلقات السنوية التى يشغلها واحدا فى كل الأشجار ولا هى سواء دائما فى نفس أفراد نوعها اذا تساوت أعمارها .

الخشب العصيرى هو الجزء الذى ينقل العصارة وكثير من خلاياه البارنشيمية لاتزال حية . فالنشأ والسكر وغيرها من المركبات التى يغشاها الفطر تكون فى العادة مخزونة فيها . ولما كانت عرضة للعفن فهى لاقيمة لها فى الاتجار . أما الخشب الصلب فهو بمثابة دعام قوى لباقي الشجرة . فأوعيته لم تعد تحمل ماء وبارنشيمية الخشب والأشعة النخاعية قد فقدت مشمولاتها الحية وتجاويف خلاياه قد سدتها أنواع شتى من المركبات الصمغية والراتنجية وقد يوجد فيها كربونات الكلس . وتسدد تجاويف الأوعية أيضا نتوءات أى بروزات أشبه بالأيكاس المثلثة تسمى "تيلوسات" (Tyloses) . وتوجد مادة الدباغ (التين) وغيرها من المواد الملونة فى غشاءات خلايا الخشب الصلب وتجاويفه فى كثير من الأشجار . وبعض هذه المواد يكون بمثابة وقايات من غشيان الحشرات والفطر واليه ترجع صلابة الخشب المذكور . هذا وأنه وإن وجد تباين عظيم فى لون الخشب الصلب والخشب العصيرى الرخو فى أشجار البلوط والجوز والتفاح وأنواع شتى من الصنوبر وكثير غير هذه من الأشجار فإن هذا الفارق غير ملحوظ للعين فى كثير غيرها من الأشجار ولكن يمكن تمييز الخشب الصلب فى هذه الأشجار من الخشب العصيرى الرخو بجفافه وإن كان يوجد فى بعض الأحيان عدد قليل من الخلايا الحية فى الخشب الذى بهذه الصفة ممتدا فى غضون النخاع حتى فى الأشجار الطاعنة فى السن . والأشجار التى من هذا القبيل عرضة لأن تكون مجوفة أكثر من تلك التى يوجد فيها الخشب الصلب ملونا .

(هـ) البشرة أو البريدرم (Periderm) — فى السوق العشبية السنوية والمعمرة تنمو البشرة أو الأبيسدرم والقشرة الأولية فى الوقت الذى يكون فيه الكامبيوم آخذا فى زيادة جرم الزيلم والفلويم فى الاسطوانة الوعائية



(شكل ٥٦)

رسم بياني بين النمو الثانوي في ثخانة ساق ذات فلقين . (أ) ساق صغيرة السن قبل تكون الكامبيوم البيني الحزمي . (ب) بعد تكون الكامبيوم البيني الحزمي . (ح) الساق نفسها وعمرها متان . ب (في أ ب) بش (في ح) = بشرة ؛ ق (في أ) = قشرة ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ز = زيلم ابتدائي ؛ ك = كامبيوم ؛ ف = فلويم ابتدائي من حزمة وعائية ؛ ك١ = كامبيوم بيني حزمي ؛ د = نخاع ؛ شن = أشعة نخاعية ؛ كف فلوچن أو الكامبيوم الفلي ؛ فل ، فل ؛ ق (في ح) ، قشرة ثانوية ؛ حس١ وحس٢ = حلقات سنوية من الزيلم الثانوي ؛ حزا وحز٢ = حلقات من الفلويم الثانوي .

بحيث يبقى غطاء مستمر في تلك السوق بالرغم من زيادة النمو في السمك باطما . حتى في بعض السوق الخشبية كسوق الميزلتو (Mistletoe) والهولي (Holly) يثابر الايديرم على مجاراة الزيلم والفلويم في نموها من الداخل عدة سنوات على أن في غالب السوق الخشبية تتمزق البشرة والقشرة بقوة الضغط المسبب عن نمو الزيلم وتحل مكانه أنواع جديدة من الأنسجة تنشأ من انقسام المرستيم وتعرف "بالفلوجن" (Phellogen) أو الكامبيوم الفلي (١ . شكل ٥٥) قد ينشأ هذا الكامبيوم الفلي في البشرة نفسها أوفى القشرة وقد ينشأ في الپريسيكل من داخل الاسطوانة الوعائية . ويحصل انقسام خلاياه على نحو انقسام خلايا الكامبيوم ولكن هذه الخلايا تنشئ من داخله نسيجاً قشرياً ثانوياً أو "فلودرم" (Phelloderm) (ب) وعلى خارجها فلا (ط) بدلا من انشاء أنسجة زيلم وفلويم . وعلى هذا الفلوجن وحاصلات نموه يطلق لفظ "بريديرم" .

في غالب السوق الهوائية لا يتكوّن من الفلودرم إلا قليل جداً وقد لا يتكوّن شيء مطلقاً . فاذا كان موجوداً منه شيء كانت لخلاياه جدران رقيقة ومحتويات بروتوبلازمية وتوجد الكاور بلاستات عادة في النسيج اذا نشأت بالقرب من سطح الساق .

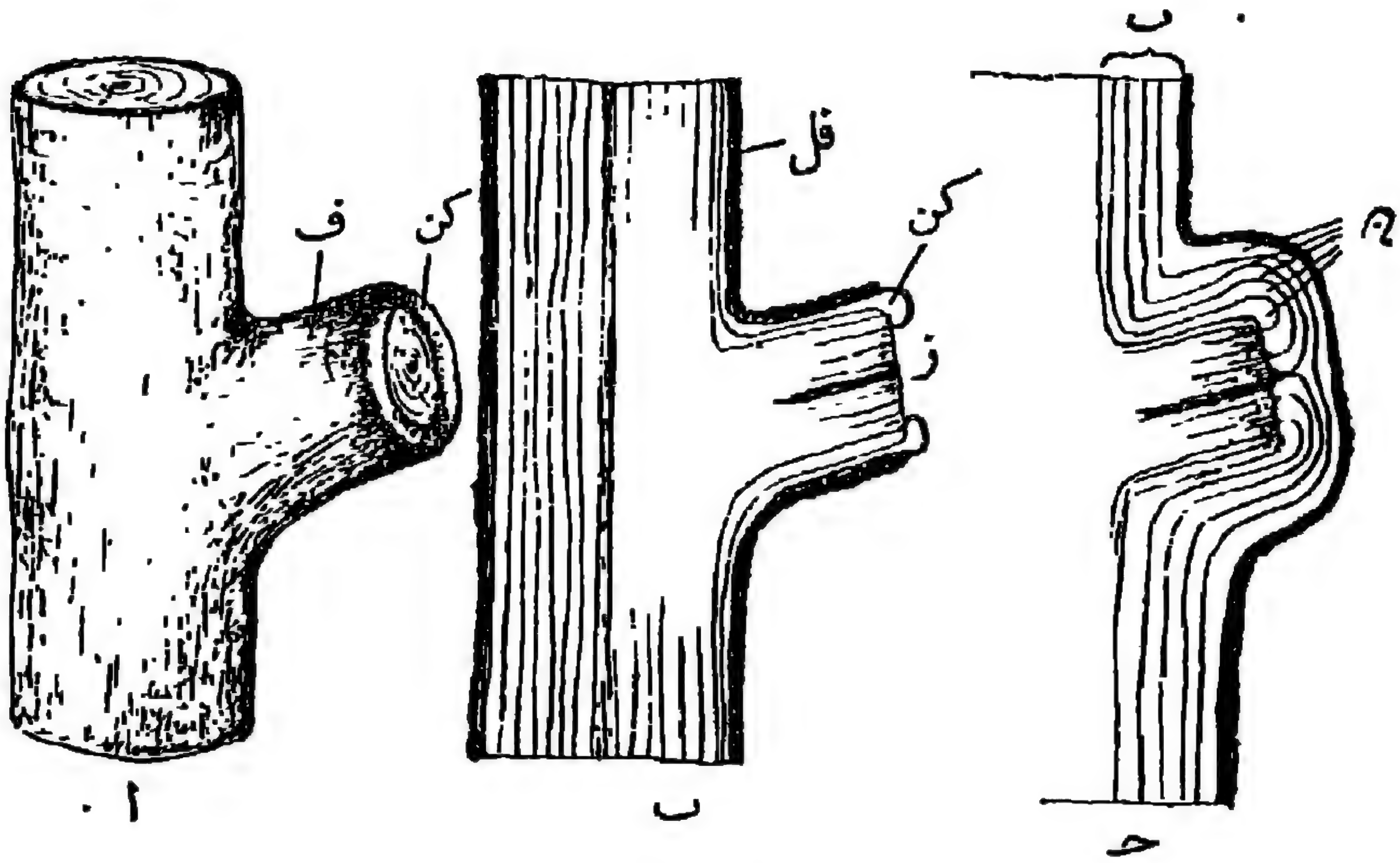
ونسيج الفل المتكوّن بواسطة الفلوجن يحمي داخل الساق من الاضرار الميخانيكية ويبقى الساق أن تفقد ماءها بالتج . والفل من وجهة أخرى رديء التوصيل للحرارة فهو يحمي الفلوجن والكامبيوم حماية فعلية من الحرارة المفرطة في الصيف ومن الصقيع في الشتاء .

وهو يشتمل على عدد من طبقات من الخلايا مكدسة بعضها بجوار بعض على هيئة صفوف شعاعية منتظمة (ج) وسرعان ماتت هذه الخلايا وتصبح

ملأى من الهواء ، وجدرانها رقيقة فى الغالب ذات لون ضارب الى السمرة ولا تقبل تسرب الماء أو الغازات من خلالها والفل الذى يستعمل سدادات للقماني والدوارق يقطع من النسيج الفلى السميك ومن شجر البلوط الفلى لما ينشأ الفلوجن فى طبقة عميقة من الخلايا الفلّية أو فى الپريسيكل تصبح كل الأنسجة الكائنة خارجا عنها مقطوعة عن الماء العذاء بواسطة الفل المتكوّن . وهذه الأنسجة تجف تبعا لذلك وتكوّن هى والفلى ما يسمى ”بالقلف“ (Bark) فى عرف النباتين وان كان هذا اللفظ انما يطلق فى الكلام المتعارف على كل الانسجة الكائنة خارج كامبيوم الساق .

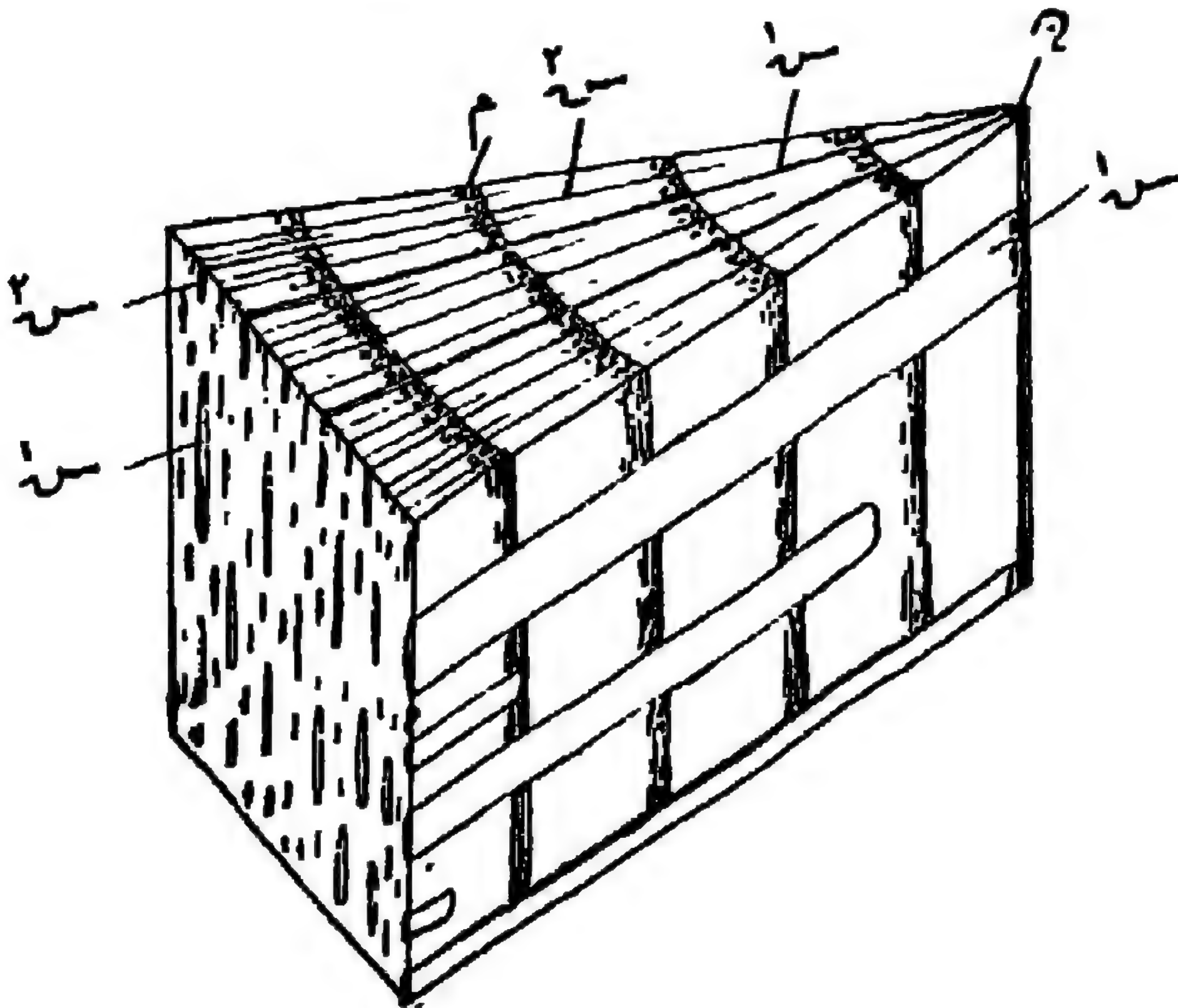
ويوجد على السطح الخارجى من بشرة أكثر الفروع والسوق الخشبية بقع صغيرة سمراء اللون أو بيضاؤه منتشرة هنا وهناك وهذه تسمى ”بعديات“ (Lenticels) وترى هذه العديات واضحة على درنات البطاطس وصغار الفراخ من أشجار التفاح والكثير . أما على الفراخ العادية فهى تنشأ فى المواقع التى تحدث فيها الثغور (Stomata) فى البشرة وتكون وظيفتها إذ ذاك ادخال الهواء فى غضون البشرة حتى يصل الى الخلال الخلوية من الأشعة النخاعية وغير ذلك من أجزاء الساق .

(و) اندمال الجروح على السوق الخشبية — الجروح التى تصيب الأجزاء البرنشيمية الطريئة من السوق العشبية ، والأوراق ، والدرنات ، والثمار تندمل بسرعة بتكوّن طبقة من الخلايا الفلية الناشئة من الخلايا التى كشفها الجرح ولم يصيبها ضرر . وذلك أنه اذا تكشف الخشب البالغ من ساق أو فرع (ف . شكل ٥٧) تغطى بما يمتد شيئا فشيئا من نسيج يصنعه الكامبيوم على الأخص . فان الكامبيوم الذى كشفه الجرح ، والخلايا الصغيرة من الزيلم والفلويم تنشئ فى المبدأ كلمة من نسيج برنشيمى طرى يسمى ”الكنب“ (Callus) .



(شكل ٥٧)

(١) ساق فيها فرع ف مقطوع، كن = كنب (ب) قطاع طولى من أ ؛ كن = كنب كونه
الكامبيوم المكشوف ؛ ز = زيلم مكشوف من الفرع .
(ح) قطاع طولى بعد أن تغطى الزيلم المكشوف من الفرع تغطيا كليا بنمو خمس سنوات (د)



(شكل ٥٨)

رسم بياني رى منظر قطعة من الخشب مأخوذة من شجرة عمرها خمس سنوات : مقطوعة قطاعا
نصف قطرى ، ومماسيا .
د = نخاع ؛ ش١ = أشعة نخاعية ابتدائية ؛ ش٢ = أشعة نخاعية ثانوية ؛ م =
منطقة زيلم الربيع : الاسفنجى .

(كن) سرعان ما يتكوّن في الأجزاء الخارجية منه كامبيوم فلي . أما في داخله فينشأ كامبيوم يتولد منه زيلم وفلويم نهائيا ، ومن ثم تمتد الأنسجة الجديدة التي أنشأها الكامبيوم عاما فعاما الى الداخل شيئا فشيئا فوق الخشب المكشوف .

(ف) حتى نتصل الأطراف بعضها ببعض وبعد ذلك يبقى الكامبيوم كطبقة ممتدة فوق السطح المجروح (ج . شكل ٦) واعلم أن الخشب الجديد المتكوّن إذ ذاك على شكل طاقية تغطى جميع الخشب القديم المكشوف (ف) لا يتحد بالفعل مع القديم ولذلك يمكن معرفة موضع الجروح القديمة في الخشب في القطاعات . ولو كانت الجروح قد نمت نموًا كاملا ودفنت في الأنسجة التي تكونت بعد ذلك أثناء النمو حتى لم يعد يرى علاقة خارجية تدل على وجودها . ويتوقف طول الوقت اللازم لتغطية جرح ما على حجمه ، وعلى مقدار قوة نمو الكامبيوم وتغذيته . والجروح التي يكون القطع فيها سويا أسرع الى الاندمال من الجروح المفترضة ، ولذلك يحسن اذا قطعت فروع كبيرة بالمنشار أن تشذب الحواف المكشوفة من الكامبيوم أو تقلم بأزميل حاد أو سكين . ويجب في الجروح التي يكون فيها جزء كبير من خشبها القديم عاريا لا يمكن أن ينمو عليه النسيج السابق الوصف في وقت قصير ، أن يغطى هذا الجزء من السطح المجروح بالقطران المعروف بقطران استوكهولم أو بمادة معقمة شبيهة بذلك يدهن بها الجرح لمنع تعفنه .

تج ٥٦ : اقطع فروع صفاف مختلفة العمر بين ستة واثنين وثلاثة ونعم السطح المقطوع بسكين حاد . ولاحظ الحلقات السنوية في كل منها واعمل قطاعات طويلة من عسليج الصفاف ولاحظ نظام النمو السنوي حيث تتصل قطعة بأخرى أصغر منها بسنة (فان ذلك بشكل ٥٣) واعمل ملاحظات كهذه عن غير الصفاف من الأشجار الشائعة ما استطعت .

تج ٥٧ : اخص ألواح من أنواع مختلفة من الخشب . لاحظ نظام الحلقات السنوية على الجوانب وعلى الأطراف . حاول أن تبين هل قطعت الألواح من قرب وسط الأشجار أم من خارجها ؟ لاحظ أيضا توزع العقد وجمعها .

نجم ٥٨ : اقطع ككلا (كما فى شكل ٦٢) من أنواع شتى من الخشب المعتاد . وافحص كلامها بالعين المجردة ثم بعدسة الجيب . لاحظ هل توجد بها أوعية واسعة فى المنطقة الربيعية من الحلقة السنوية وعدد الأشعة النخاعية وسعتها وغير ذلك من المميزات الأخرى فى قطاعات عرضية وطولية ؟

نجم ٥٩ : لاحظ وضوح الخشب الصمى من القطاعات العرضية من شجرة اللبغ وغيرها من الأشجار . واختبر ما اذا كان الخشب العصيرى أصلب أو أرنحى من الخشب الصمى .

نجم ٦٠ : لاحظ نمو الكنب (Callus) عند حافة الجرح حيث قطع فرع سميك نوعا من شجرة مشمش أو غيرها .

نجم ٦١ : هي قطاعات عرضية من ساق نبات قطن صبي ، وضعها فى نقطة من الماء أو الجليسر واعملى عن الأجزاء صورة تخطيطية كما تراها بالشيئة الضعيفة ثم استعمل بعد ذلك الشيئة الكبرى من المكروسكوب واعملى رسومات عن قطع صغيرة من البشرة والقشرة والفلى والفلوجن والفلوم والكاسيوم والزيلم والنخاع والأشعة النخاعية .

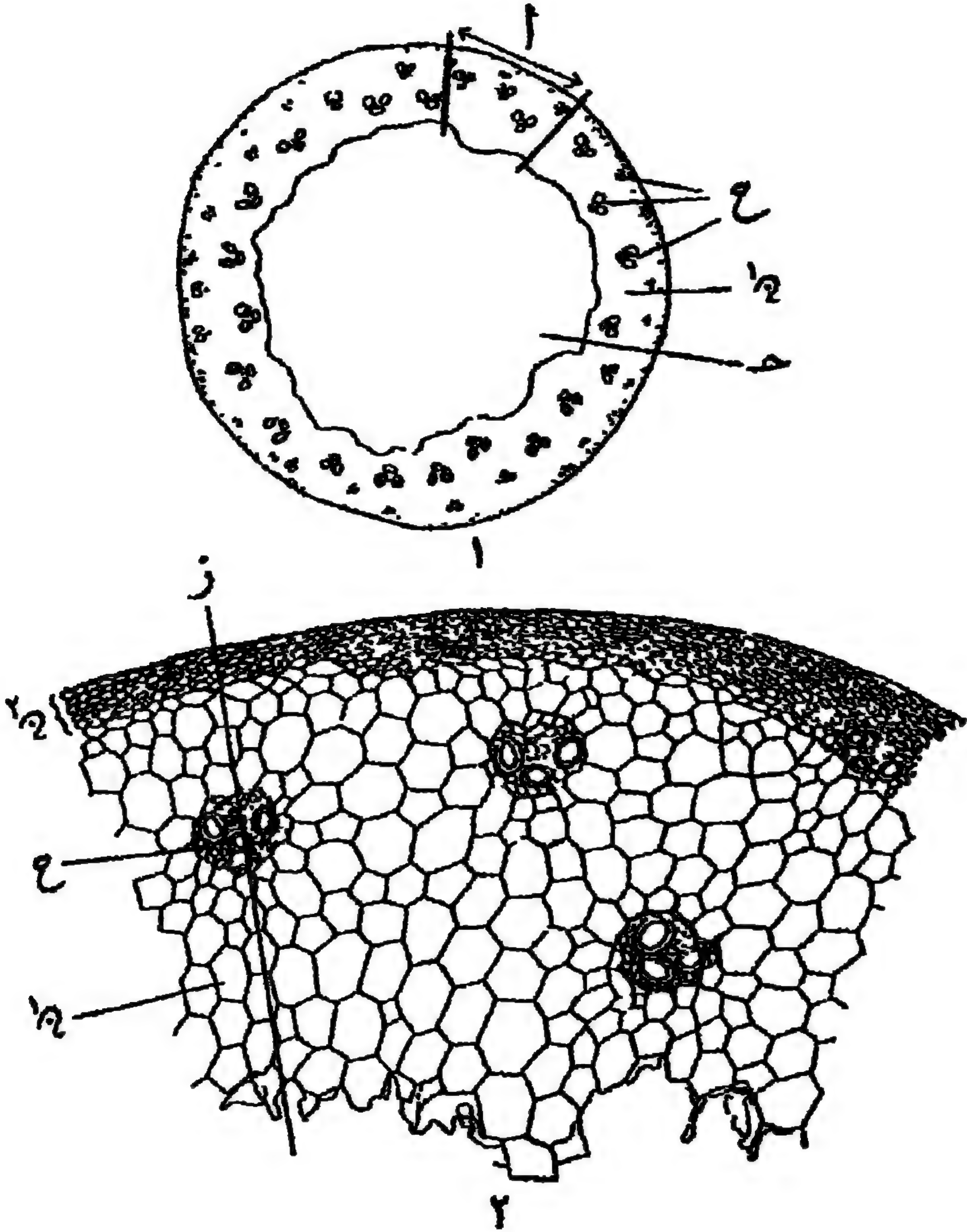
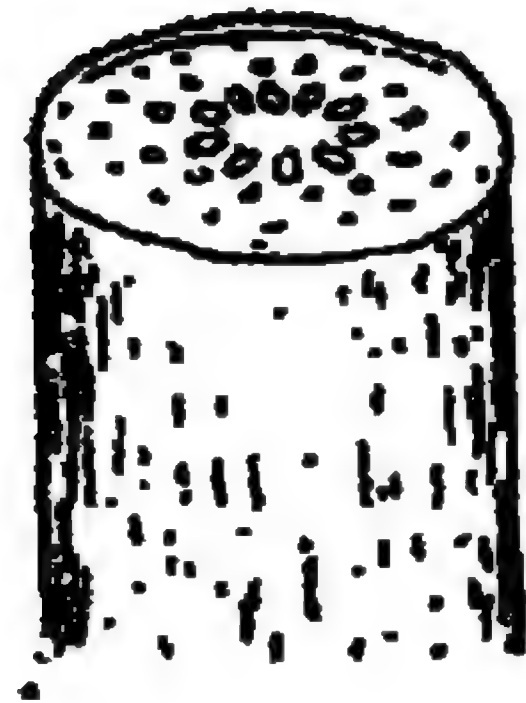
افقطع قطعات طولية من ساق القطن المذكورة وافحص مختلف الأجزاء واعملى عنها رسوما تخطيطية .

سوق ذوات الفلقة

يرى فى القطاعات العرضية من ساق ذوات الفلقة المفردة فرق ظاهر فى نظام الحزم الوعائية عما يرى فى ذوات الفلقتين فهى بدلا من أن تكون منتظمة فى حلقة مفردة تبدو مبعثرة فى دوائر عديدة غير منتظمة فى غضون النسيج الأساسى (شكل ٥٩ ٦٠ ٦) والعادة فى القشرة أن تكون ضيقة جدا وغير ظاهرة ويندر وجود نخاع متميز . وأما الحزم فهى موجودة فى الورقة والساق كما فى ذوات الفلقتين ولكنها عند دخولها من الورقة تتحنى بالتدرج الى الداخل الى قرب وسط الساق ثم تتحنى الى الخارج ثانيا ، وفى النهاية تتصل بغيرها من الحزم بالقرب من خارج الساق . وفضلا عن هذه الفروق فإن القياس يرى أن الأجزاء التى هى أكبر سنا من تلك السوق أى الأجزاء التى وقفت عن الاستطالة لا تكون أسمك من الأجزاء الصغيرة بالقرب

(شكل ٥٩)

قطاع عرضي في ساق نبات خليون صغير (مكبـرا ثلاث مـرات) .



(شكل ٦٠)

(١) قطاع عرضي في ساق نبات شعير . ح = حزم وعائية ؛ د١ = نسيج أسامي ؛ ح
= تجويف فارغ (مكبـرا أربعة عشر قطرا) . (٢) منظر القطعة المكبرة . د٢ = خلايا نخبية
الجلدران من النسيج الأسامي والبشرة ؛ د = خلايا رقيقة الجلدران من النسيج الأسامي ؛ ح
= حزمة وعائية (مكبـرا ٩٠ قطرا) .

من الطرف ومعنى ذلك أن السوق في أكثر ذوات الفلقة المفردة لا تزداد في السمك بمجرد انقطاع نموها في الطول .

وعدم هذه القدرة على الازدياد في السمك راجع الى أن الحزم الوعائية خالية من نسيج كامبيوم وأن ليس بها مرستيم يتكون في النسيج الأساسي إلا في بعض أحوال خاصة تترك البحث فيها الآن وتسمى الحزم الوعائية التي ليس فيها كامبيوم "بالحزم المقفلة" (Closed Bundles) وفي أكثر نباتات الفصيلة النجيلية تكون أوعية الزيلم في كل حزمة قليلة العدد ، وتبدو في القطاعات العرضية منتظمة على شكل رقم ٧ (شكل ٦٠ و ٦١) ، ويكون الوعاء القريب من مركز الساق حلقيا . وأما باقي الأوعية فتكون تخاناتها لولية . فأما القصيبات فليست غير شائعة ، وأما البرانشيما الزيلمية الرفيعة الجدر فهي موجودة دائما .

والفلويم الذي يقع بين الأطراف السائبة من الزيلم الذي على شكل رقم ٧ يشتمل كلية على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة . فأما النسيج الأساسي الذي يحيط بكل حزمة مباشرة فهو في الجملة سميك الجدر ويكون بمثابة دعامة ميكانيكية ووقاية للأجزاء الطريئة من الحزمة ويوجد مثل هذا النسيج الأساسي الغليظ الجدار تحت البشرة بمقدار أكبر من ذلك أو أقل فأما الباقي فيكون نسيجا رقيق الجدران .

تج ٦٢ : اعمل قطاعات من سوق الذرة الشامي والهلون ولاحظ بواسطة عدسة جيب منتشر نظام الحزم الوعائية (شكل ٦٠) .

تج ٦٣ : اعمل قطاعات رقيقة عرضية من ساق القمح أو الشعير . وافحصها بالشيئية الضعيفة من المجهر ولاحظ سمك الجدران الغليظة من خلايا البشرة والنسيج الأساسي المجاور . لاحظ الحزم الوعائية المنتشرة والمركز المجوف . اعمل رسما تخطيطيا عن حزمة وعائية واحدة كما ترى بالشيئية الضعيفة المجهرية ولاحظ أن لا كامبيوم بها .

خذ قطعتين أو ثلاثة من قش الشعير أو القمح طول كل منهما سنتيمتر تقريبا واكبسها حتى تكون مفرطحة وامسك بها بين أصبعيك ثم اقطع منها قطاعات طولية . يمر بعضها فى حزمة وعائية كاملة وبعضها فى جزء منها ثم اخص القطاعات أولا بالشئبة الضعيفة وثانيا بالشئبة القوية واعمل رسوما تخطيطية عن البشرة وعن النسيج الأساسى الرقيق الجدران والسبيكها وعن الأوعية المستديرة أو الحلزونية من الزيلم .

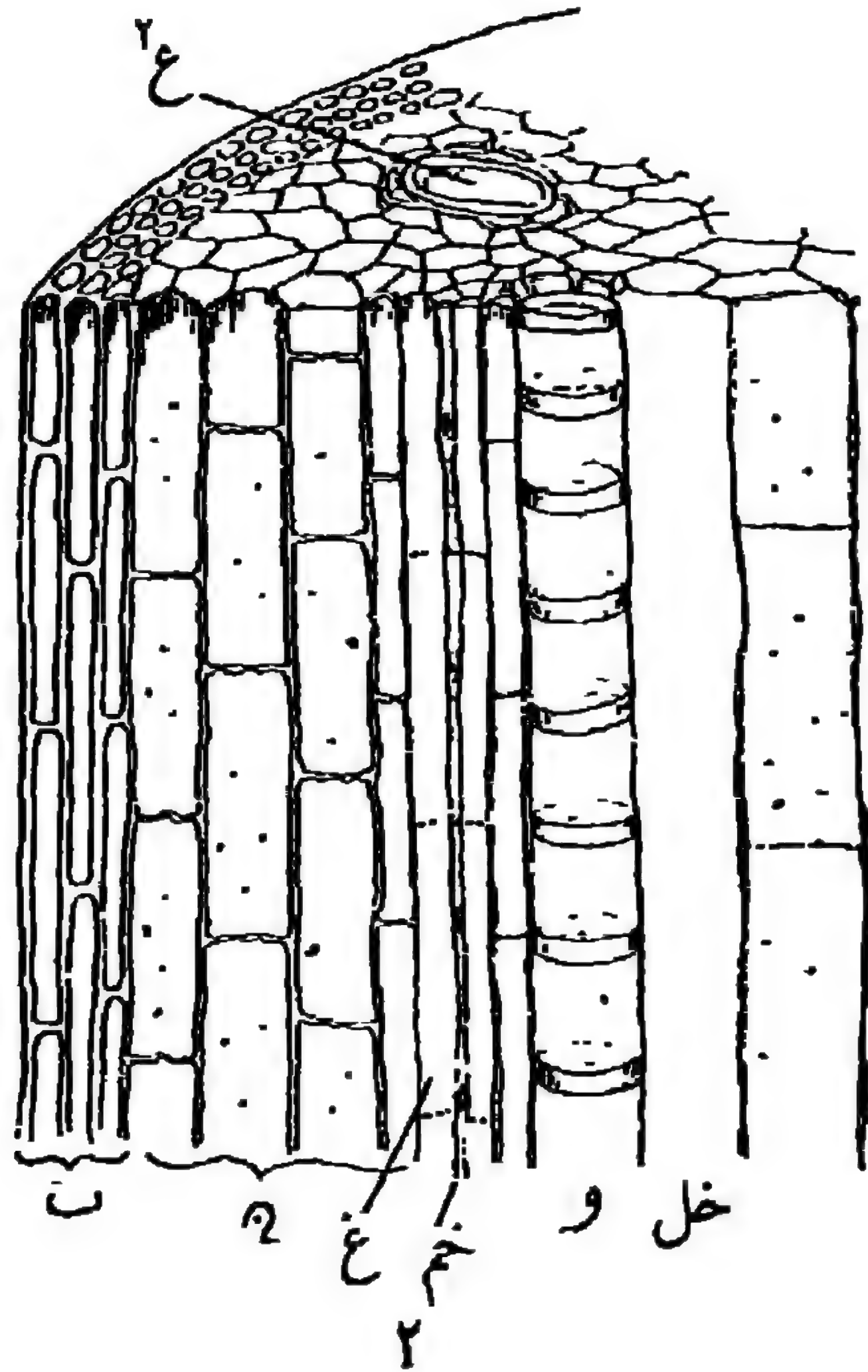
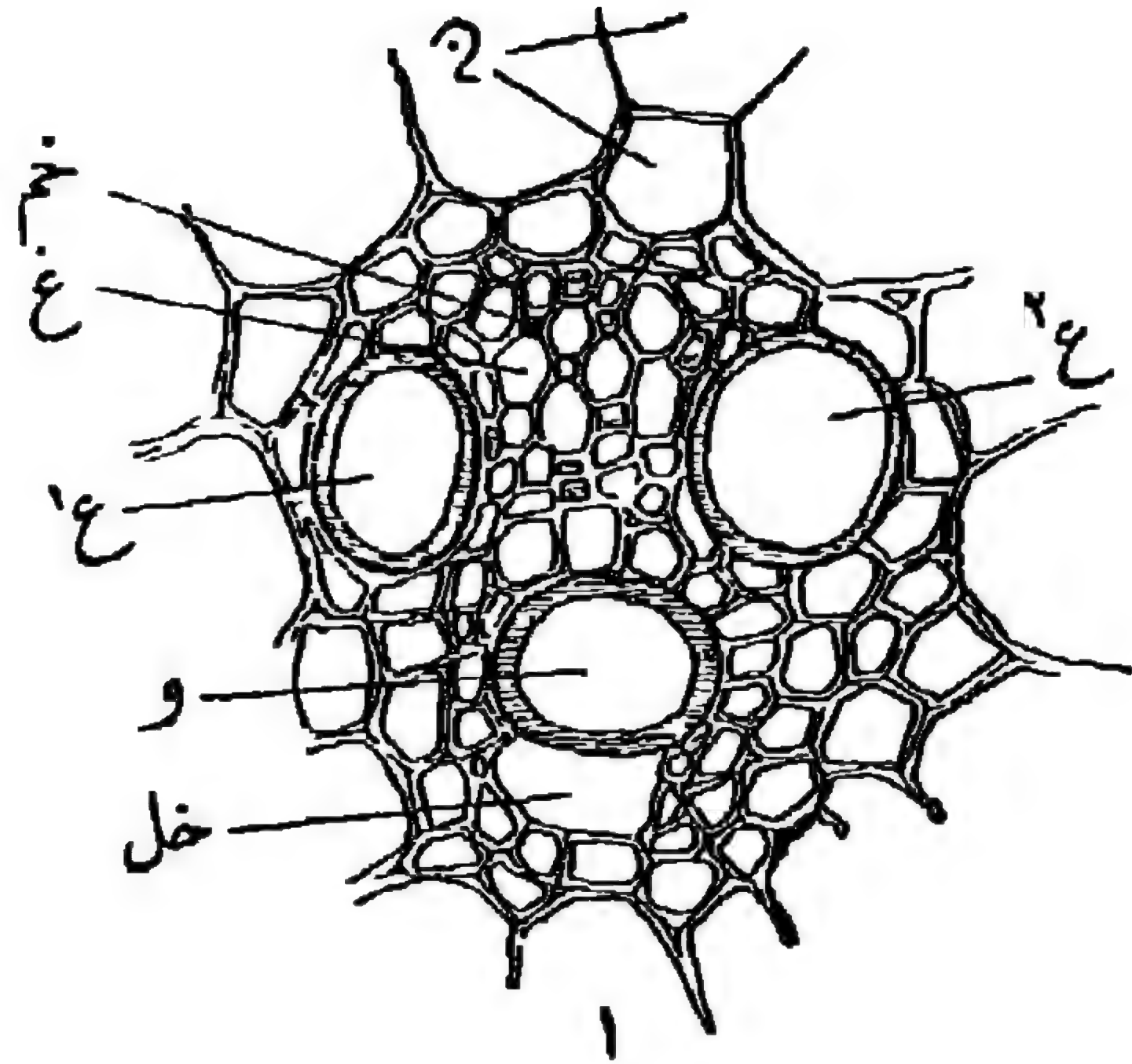
الجذر

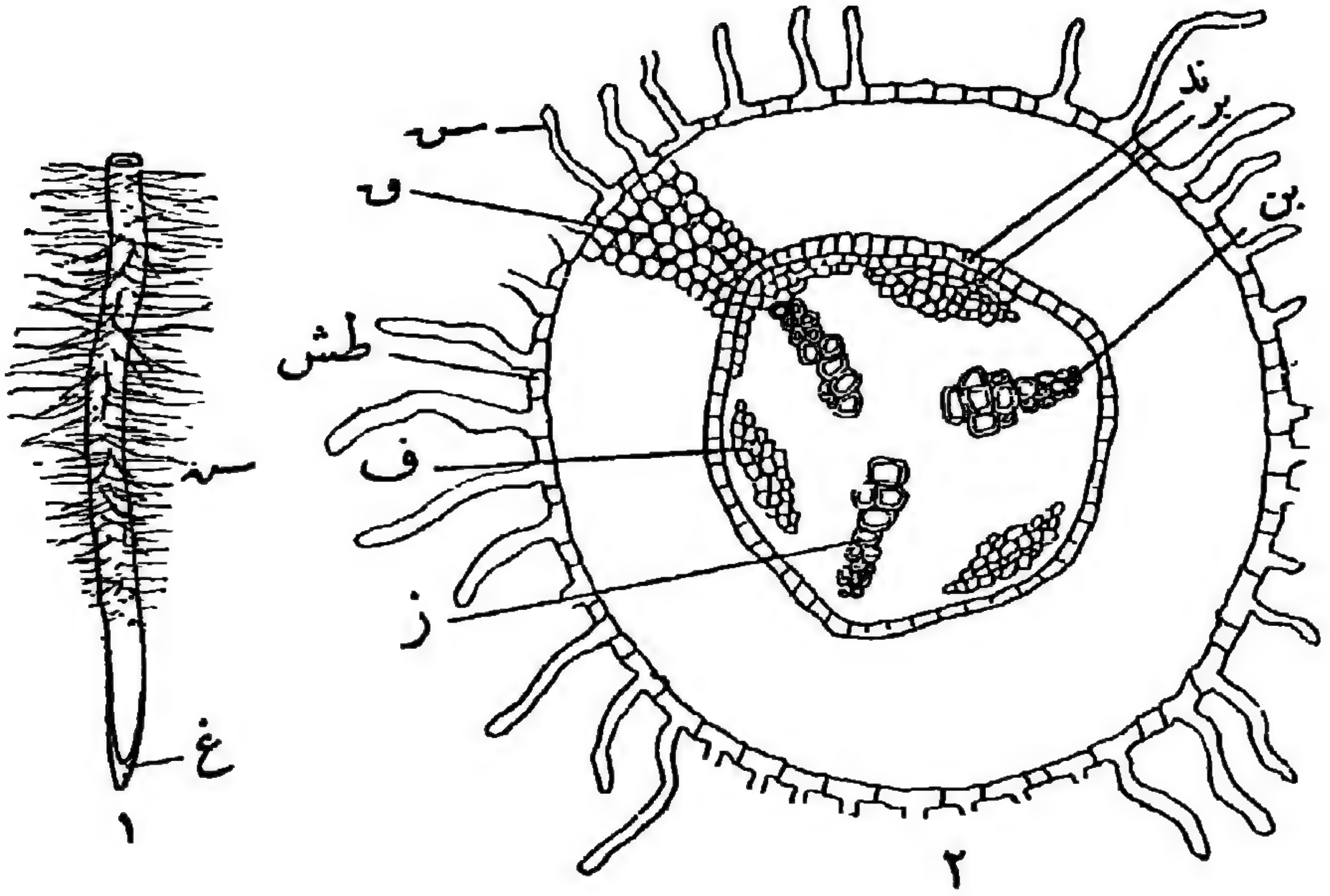
اخرج جزء من الجذر الصغير السن أى الجزء الذى يقابل بشرة الساق فى وضعه يشتمل على طبقة مفردة من الخلايا تسمى "الطبقة الشعرية" (Piliferous) وعملها المهم المباشر امتصاص السوائل المائية من التربة . فى قطاع عرضى (٢ . شكل ٦٢) مأخوذ عند نقطة ليست بعيدة عن الطرف الأقصى من الجذر يرى عديد من خلايا هذه الطبقة زائد الاستطالة ، هذه هى الشعور الجذرية التى سبق الكلام عنها فى الفصل الثالث . وجدران الخلايا كلها رقيقة وغير ذات أديم ، ثم هى سريعة الالتفاز للماء ، فتختلف بذلك عن خلايا البشرة التى تغطى الأجزاء الظاهرة فوق سطح الأرض .

وتحت الطبقة الشعرية توجد القشرة (ق) وهى متصلة بنفس النسيج الأساسى الموجود فى الساق . وخلايا القشرة بارنشيمية فى العادة رقيقة الجدران كثيرة الخلال الخلوية . أما الكلوروبلاستات فكثيرا ما تكون مفقودة ويعزى الى فقدانها هذا اصفرار اللون فى معظم الجذور الحديثة وأدخل طبقة من القشرة وهى ما تسمى "البشرة الباطنية" (Endoderms) أو الأندودرم (ند) واضحة الظهور فى الجذور . خلاياها ملتحمة بعضها ببعض على شكل دائرة متظمة ، وهو نظام يمنع تسرب الغازات من الخلال الخلوية فى القشرة الى الأنسجة الموصلة للماء فى الأسطوانة المركزية (Central Cylinder) . أما انتقال الماء من الشعور الجذرية والقشرة خلال الأندودرم الى أنسجة الاسطوانة المركزية المشار إليها فلا يعترضه شئ .

(شكل ٦١)

(١) قطاع عرضي من حزمة وعائية
في ساق شعير (مكبرا ٢٠٠ قطرا) .
(٢) قطاع طول في جزء نسيج أساسي وحزمة
وعائية على استقالة ز في الشكل السابق .
ب = بشرة وخلايا نسيج أساسي سميك
الجدران ؛ د = خلايا نسيج أساسي
رقيق الجدران ؛ غ = أنبوبة غربالية
؛ خم = خلية مرافقة من القلويم ؛
و = وعاء حلق ، ع^١ ، ع^٢ أوعية
لولبية من الزيلم ؛ خل = بخلال خلوية .





(شكل ٦٢)

(١) جذور بازلاء صغيرة السن . ش = شعيرات جذرية من الطبقة الشعرية ؛ غ = غطاء جذري . (قدرا الحجم الطبيعي مرتين) .

(٢) قطاع عرضي في جذور بازلاء صغير بالقرب من ش في ١ . ش = شعيرات جذرية ؛ و = قشرة ؛ طش = طبقة شعرية ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ز = شريط زيلم ؛ بن = بروتوزيلم ؛ ف = شريط فلويم . (مكبرا ٨ ٤ قطرا) .

والاسطوانة المركزية في أغلب الجذور أقصر قطرا منها في الساق وأقل برشيمة وإن كانت الأولى ممتدة من الأخرى. أما أهم الفروق بين السوق والجذور فهي في ترتيب الأنسجة في الاسطوانة المركزية فالبريسيكل (بر) يشتمل على طبقة واحدة من الخلايا أو عدة طبقات كما هو الحال في بريسيكل الساق. من هذا النسيج الباطني تنشأ كل الجذور الثانوية وهذه يتحتم عليها أن تخترق القشرة المحيطة بها حتى تبدو على الجذور من الخارج (أنظر شكل ٩) وكذلك الأجزاء الزيلمية (ز) والفلويمية (ف) من الحزم الوعائية فإنها مرصوفة على التبادل جنباً إلى جنب على امتداد أنصاف أقطار منفصلة مرصومة من مركز الجذر وبينها شئ من النسيج الأساسي على شكل شرائط صغيرة وهذا يخالف ما في الساق إذ الحزم الوعائية فيها مقترنة متصلة .

وزد على ذلك أن أول ما يتكون من عناصر الزيلم الأولى الضيق الفوهة تكون أقربها إلى الخارج . أما في الساق فانه يكون أقرب إلى المركز وتوصف الجذور تبعا لعدد شرائط الزيلم المنفصلة بأنها ثنائية الشرائط أو ثلاثيتها كما في شكل (٦٢) أو متعددة الشرائط إذا كانت الشرائط في الأولى اثنتين وفي الثانية ثلاثة وفي الثالثة أكثر من ذلك .

وعدد سطور الجذور الثانوية يطابق في العادة عدد شرائط الزيلم الأولى في الجذر الأصلي ، كل سطر متكون من البريسيكل في موازاة شريط من الزيلم وتولد الزيلم الأولى في كل الجذور يسير إلى الباطن ويغلب أن يستمر في ذلك حتى تجتمع الشرائط وتتحد فتكون كتلة المركز وتشغل فراغ النخاع كله . ومع ذلك فإن النخاع يوجد في بعض الجذور ولا سيما جذور ذوات الفلقة المفردة من النباتات .

وتزداد جذور النباتات المعمرة فى الغلظ فى نفس الوقت الذى تغلظ فيه السوق ولكن نظرا لاختلاف وضع الأنسجة الأولية لا يكون أول تكوّن الكامبيوم فيها كما هو فى الساق . فان الكامبيوم يتكوّن فى الجذور من النسيج الأساسى على باطن شرائط الفلويم ثم فى البريسيكل الموازى للزيلم الأولى ، وعلى ذلك ففى القطاعات يظهر الكامبيوم فى أول أدوار وجوده كشريط متموج من المريستم (٢ ك . شكل ٦٣) .

وإذا أخذ الكامبيوم فى النمو النشط ضاع الحد المتموج على عجل ولاح كأنه حلقة بسيطة من المريستم تحدث الزيلم الثانوى والفلويم الثانوى . بطريقة مشابهة لاحداث كامبيوم الساق العادية .

وفى الجذور التى تزداد فى الغلظ ينشأ فلوجين فى البريسيكل وهو ينتج كفلوجين السوق المزدادة فى السمك ، فلا من الخارج وفلودرم من الداخل ويترتب على تكون حلقة من الفل بواسطة الفلوجين ذبول كل الأنسجة الخارجة بالنسبة له وتكشها وهى الأندودرم والقشرة الأولية والطبقة الزغبية ، أما الأجزاء التى هى أكبر من تلك سننا فانها بعد أن تصبح مغطاة بيريدرم واق لها تفقد قدرتها الامتصاصية ولا تعمل إلا عمل موصل للمحاليل المائية التى تمتصها الأجزاء الحديثة التى لا يزال عليها الشعر الجذرى . وليبان هذا الغطاء الجذرى الخاص الذى يغطى التقط النامية من كل الجذور تقريبا أنظر صفحتى ١٢٩ و ١٣٠ (شكل ٦٣) .

تج ٦٤ : انقع بعض بزور من البازلاء والشعير فى الماء مدة ست ساعات أو سبع واتركها بعد ذلك تنبت على ورقة نشاف رطبة أو خرقة مبللة كما فى التجربة الثالثة . وإذا ظهرت الشعرات الجذرية فافحصها بعدسة واعمل عنها صورا تخطيطية ملاحظا مكان أصلها على بعد من الطرف النهائى .

واقطع بملقط قطعة من الجزء الخارجى من الجذر حتى تكون الشعيرات فيها وضعها فى ماء .
والفحصها أولا بالشئبة الضعيفة من الميكروسكوب ثم بالقوية .

تج ٦٥ : اعمل قطاعات عرضية من جذرفولة أو بازلاء صغير السن مارا بالجزء الذى يحمل الشعيرات وضعها مدة ٢٠ دقيقة فى ماء جافيل (تجربة ٧٠) واغسلها ثم ضعها فى جليسرين ثم افحصها أولا بالشئبة الضعيفة من الميكروسكوب . ولاحظ الطبقة الشعرية التى تحمل الشعيرات الجذرية والقشرة البرنشيمية والاسطوانة الوعائية المركزية واعمل عن ذلك صورا ثم افحصها بالشئبة القوية واعمل رسومات عن شرائط الزيلم والفلويم وعن البريسكل والاندودرم .

تج ٦٦ : اعمل قطاعات عرضية فى الأجزاء الكبيرة السن من جذورالبازلاء أو الفول بالقرب من حيث ابتدأت الجذور الجانبية فى الظهور . واغسلها ووضفها بماء جافيل . وضعها فى الجليسرين واعمل صورة عن قطاع منها يرى الجذور الجانبية وهى تحترق طريقها فى القشرة .

الأوراق الخوصية (Foliage leaves)

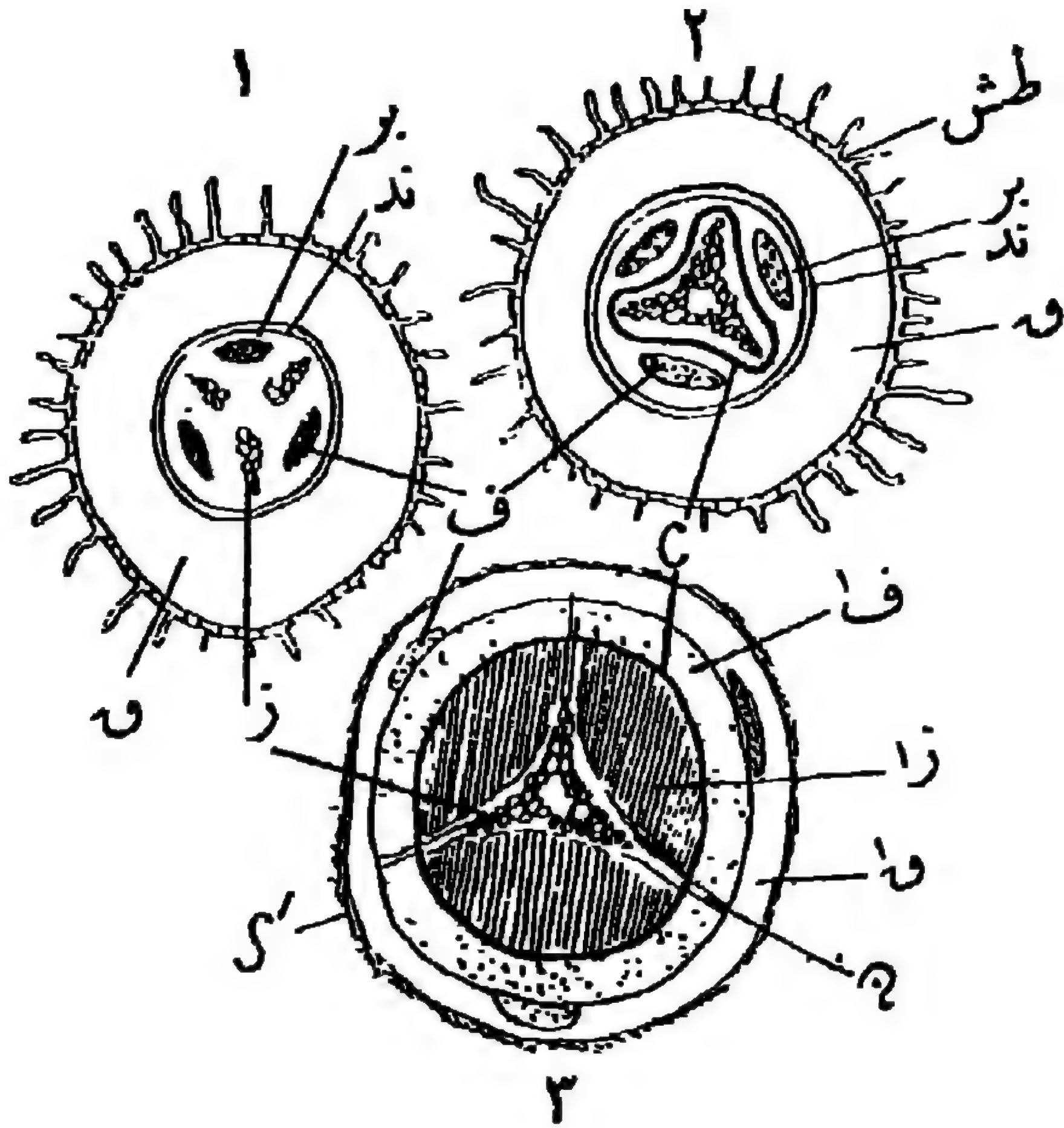
تتألف الأوراق من نفس الأنسجة التى تتألف منها الساق والجذر أى من البشرة والحزم الوعائية والنسيج الأساسى ولكن نظام هذه الأنسجة وتركيبها فى الورقة مخالف لها فى الساق والجذر فالحزم الوعائية الآتية من الساق تمجى فى الورقة . وفى ذوات الفلقتين تتفرع مرارا فى مستوى واحد حتى تكون شبكة رقيقة من الخيوط . وهذه توصل العصارة الى أجزاء الورقة ومنها وفى نفس الوقت تقوم مقام صقالة يقوم عليها النسيج الأساسى . أما فى ذوات الفلقة المفردة فان الأفرع الأصلية من الحزم وهى التى تدخل الورقة فتسير موازية بعضها لبعض وتربطها خيوط مائلة أصغر من تلك والحزم الوعائية فى الورقة "محدودة" مقفلة دائما إذ لا حاجة الى كامبيوم متفشط فى أجزاء النبات التى هى محدودة النمو كنبذ، الأجزاء وبما أن الحزم تنحنى اذ تخرج من الساق داخلية فى الورقة بلا التواء فان الزيلم يقع أقرب ما يكون من السطح الأعلى من الورقة والفلويم أقربها الى السطح الأدنى واذا استثنينا فقدان

الكامبيوم فان الحزم الوعائية الكبرى فى الورقة تشابه تلك التى فى الساق . على أن زيلم الشرائط الرفيعة يشتمل على عناصر ذات ثخانات لولية فقط والأطراف النهائية من الحزم التى تنتهى مقفلة فى خلايا النسيج الأساسى من ذوات الفلقتين انما تتكون من قصيبات فقط .

أما نسيج الفلويم فيحصل اختزال فى عناصره : كلما اقتربنا من طرف الحزمة رأينا أن الأنايب الغربالية والخلايا المرافقة يحل محلها خلايا مفردة لا تمتد الى نطاق العناصر الزيلامية من الحزمة . ويحيط بكل حزمة من الورق نسيج غمدى من البرنشيمة متصل مع برنشيمة اسطوانة الساق الوعائية . هذه الأغمداد الحزمية توصل المواد الكربوايدراتية من الورقة الى الساق وكثيرا ما تشتمل على حبوب نشوية صغيرة .

وبالبشرة تغطى كل الورقة وهى كبشرة الساق المتصلة بها تشتمل على طبقة مفردة من الخلايا جدرانها الظاهرة ذات أديم (Cuticle) واق .

واذا نظرت الى السطح (شكل ٦٤) وجدت الخلايا تقع متضامة بعضها الى بعض إلا حيث تكون الثغور . ويشتمل كل ثغر على خليتين منحنيتين على شكل هلالين منتفخين تسمى كل منهما "الخلية الحارسة" (Guard-cell) وهاتان الخليتان متصلتان بأطرفهما بحيث يبقى بينهما ثقب أشبه بالشق . ويجرى الثقب فى البشرة الى غرفة هوائية (Air-chamber) كبيرة نوعا . كائنة فى باطن النسيج الأساسى من الورقة مباشرة . وهذه الغرفة متصلة بالمسافات الخلالية المملوءة بالهواء التى هى منتشرة فى كل ورقة وحصول التغير فى انحناء الخلايا الحارسة ينقص من حجم الثقوب الثغرية أو يزيدها ، فاذا كانت الخلايا شديدة الانحناء كان الثقب متسع الفتحة واذا كانت مستقيمة كان الشق مقفلا . والثغور آلات مهيئة خصيصا بانطلاق بخار الماء فى عملية التتح (Transpiration)

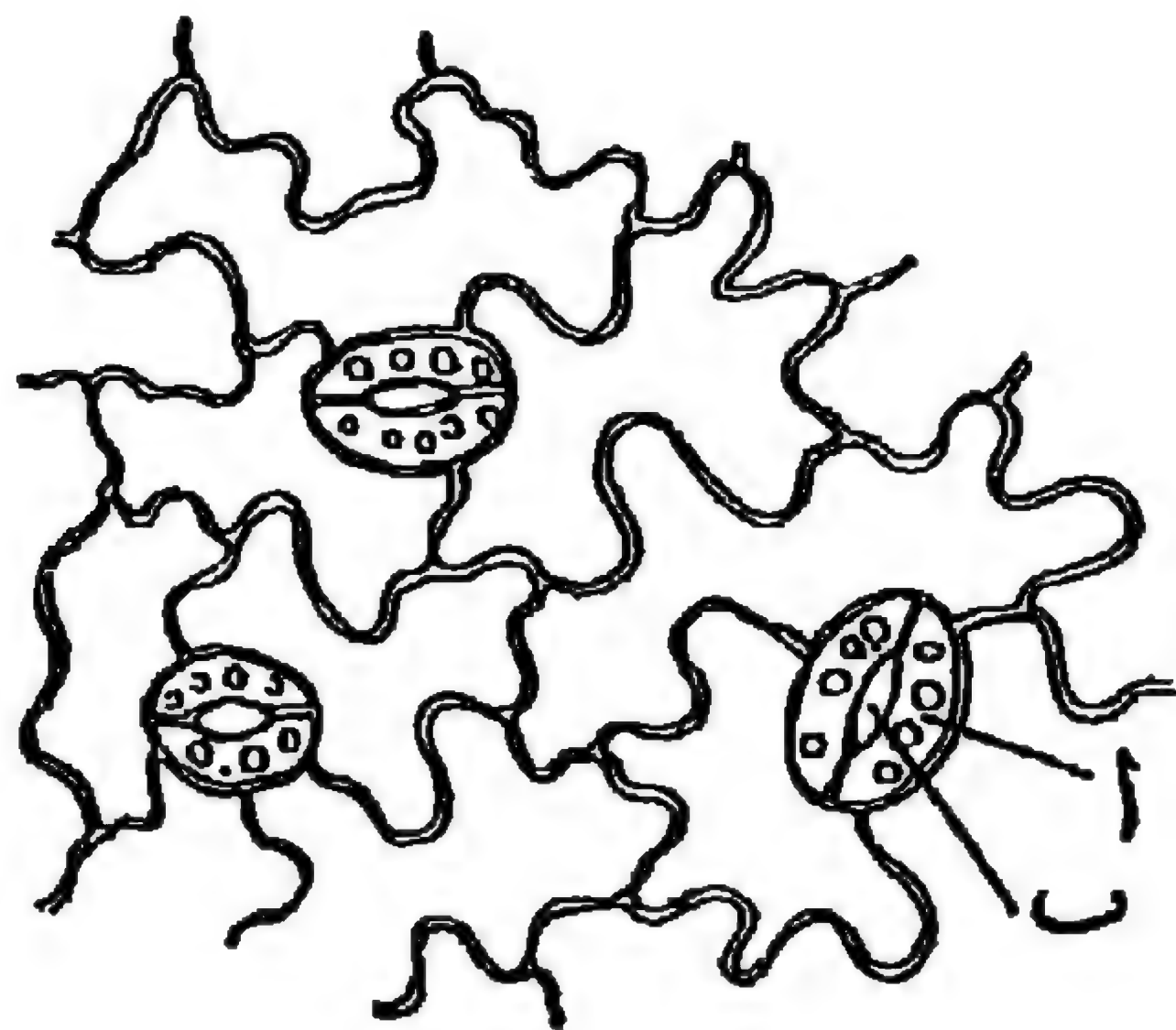


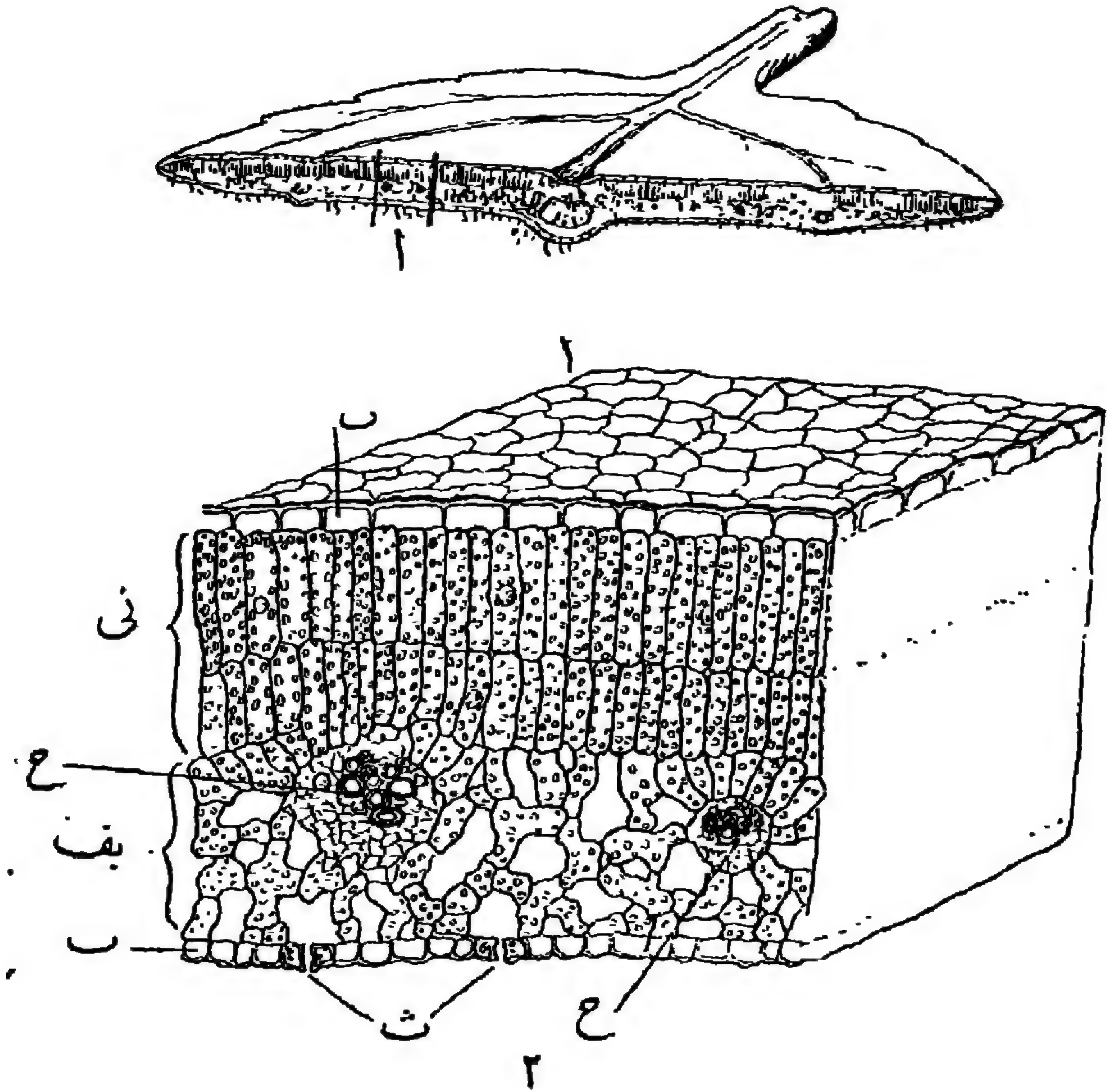
(شكل ٦٣)

رسم بياني يرى في النمو الثانوي ثخانة جذر ذات فلقين . (١) قطاع عرضي من جذر صغير السن جدا . (٢) قطاع عرضي من المذكور بعد أن كَوّن الكامبيوم (ك) شريطا متواصلا . (٣) نفسه بعد إذا أخذ الجذر في الثخانة مدة ما . طش = طبقة شعرية ؛ ق = قشرة ابتدائية ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ف = فلويم ابتدائي ؛ ز = زيلم ابتدائي ؛ ك (C) = كامبيوم ؛ ف' = فلويم ثانوي ؛ ز' = زيلم ثانوي ؛ ق' = قشرة ثانوية ؛ ش (S) = أشعة نخاعية ابتدائية .

(شكل ٦٤)

منظر سطحي لبشرة ورقة القول
(١) خليتا الثغرا الحارستان ؛
(ب) الفتحة الكائنة بينهما . (مكبيرا
٣٢٠ قطرا) .





(شكل ٦٥)

(١) قطاع عرضي بياني في ورقة (٢) منظر مكبر للقطعة ١ من القطاع المذكور . ب = بشرة
 ؛ ث = ثغور ؛ ن = برنشيمة عمادية ؛ ع = برنشيمة أسفنجية ؛ ح = خزم
 رعائية . (مكبرا ١٦٠ قطرا) .

وهى متعلقة أيضا بتبادل الغازات ذلك التبادل الذى يجرى بين الجو والهواء الموجود فى باطن النبات أثناء عملية التنفس (Respiration) والتمثيل .

ونسيج الورقة الأساسى هو امتداد من قشرة الساق ويسمى "الميزوفيل" (Mesophyls) . وهو فى الأوراق المفرطحة العادية نوعان مفترقان هما (١) البرنشيمة العمادية (Palisade Par.) التى توجد تحت البشرة العليا من الورقة و (٢) البرنشيمة الاسفنجية (Spongy Par.) وهذه تمتد بين النوع الأول وبين البشرة السفلى . وفى شكل (٦٥) صورة قطاع عرضى لورقة هذا والخلايا المكونة للنسيج العمادى ، اسطوانية نوعا ، خلاياها طويلة على زاوية قائمة مع سطح الورقة وليس بينها من المسافات الخلالية إلا قليل جدا . أما خلايا البرنشيمة الاسفنجية فهى مفرطة فى عدم الانتظام فى الصورة وتحتوى مسافات خلالية كبيرة .

هذا وخلايا الميزوفيلة تشتمل على عديد من الكلوروبلاستات وأكثر ما تكون هذه فى الخلايا العمادية وهذا مضافا اليه فقد المسافات الخلالية هو سبب ما يرى فى السطح الأعلى من الورقة من الاخضرار الزائد عن اخضرار السطح الأسفل .

تج ٦٧ : اسلخ قطعة من البشرة السفلى من ورقة فول وضعها فى الماء . أنظر عدم الانتظام فى داي ر جدران الخلايا والطريقة التى بها يتصل بعضها ببعض . اعمل عن هذه صورا وعن الثغور وخلاياها الحارسة واخص بهذه الطريقة أيضا البشرة السفلى لأوراق اللفت والبرقوق والتفاح والبصل والنبجليات وغير ذلك من النباتات الشائعة . ولاحظ شكل الشعيرات الموجودة .

تج ٦٨ : اقطع خمس قطع أوسمان نصول ورقة البرقوق بحيث يكون عرض كل قطعة ثمن بوصة تقريبا وطولها نصف بوصة . ضعها بعضها فوق بعض وامسك بها بين أصبعيك . واقطع منها قطاعات عرضية . وثبت بعضها من القطاعات الرقيقة جدا فى الماء واخصها أولا بالشبيثة الضعيفة من المجهر ثم بالشبيثة القوية واخص الأجزاء التى تراها رهي :

- (١) البشرتان العليا والسفلى ونواهما ومادتهما الاولية (بروتوبلاسم) والعصارة الخلوية الراقية .
 (٢) النسيج العمادى من طبقات عدة .
 (٣) البرانشيمة الاسفنجية التى يوجد بها كثير من المسافات الخلالية . وربما أمكن رؤية قطاعات ثغر أو اثنين فيها .

تج ٦٩ : اقطع قطاعات عرضية فى أعيار أنواع مختلفة من الورقة وأعناقها (Petiole) أنظر وارسم موضع الزيلم والقلويم من الحزم الوعائية المقطوعة عرضا . ولاحظ صفاتها . وأنظر أيضا غلظ جدران الخلايا المحيطة بالحزم وطبيعة محتوياتها وارسم ذلك أيضا .

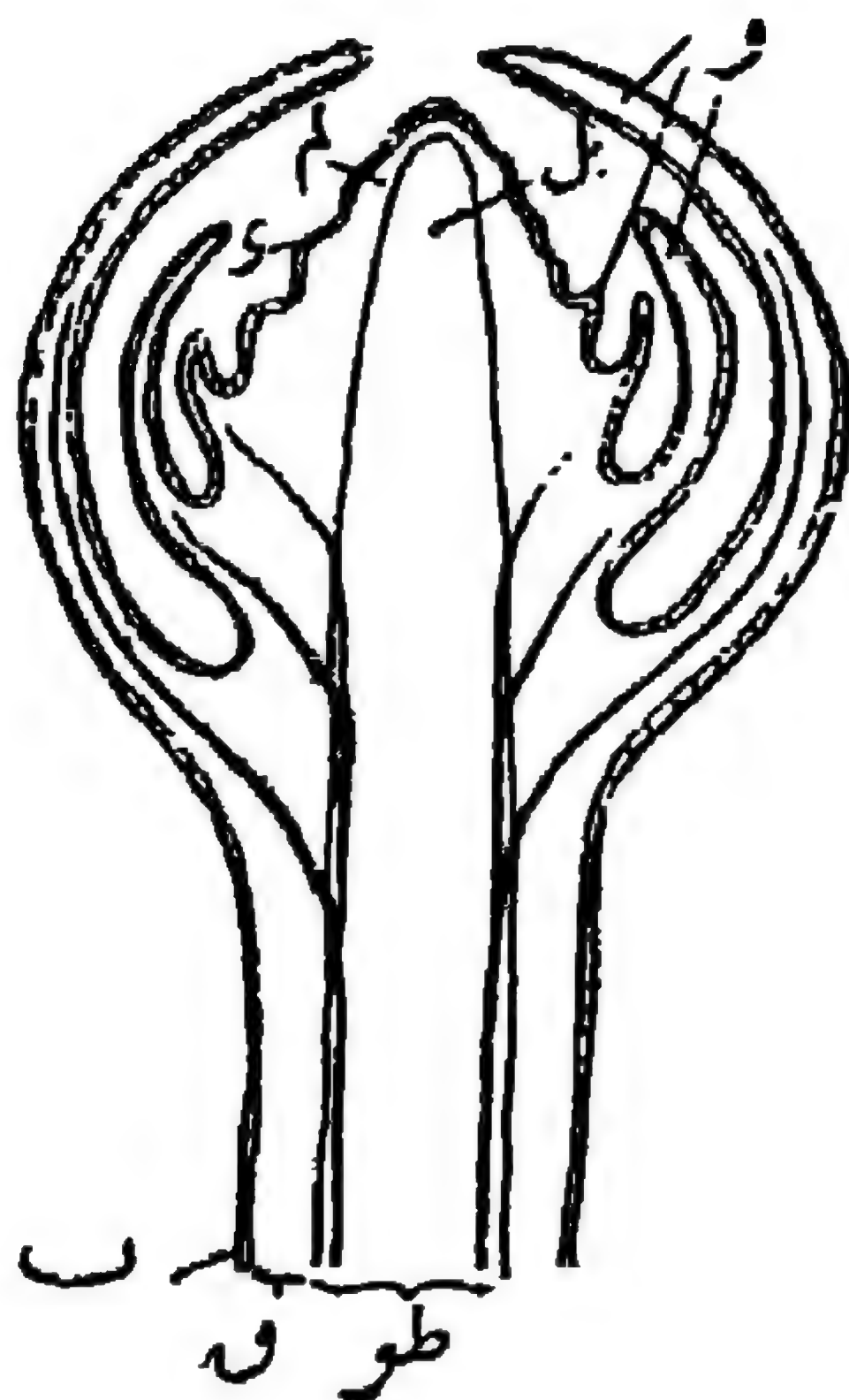
تج ٧٠ : حضر قليلا من ماء جافيل بأن تذيب أولا أوقيتين من كربونات الصودا فى باينت (٥٧٠ د. لتر) من الماء ثم أضف اليه أوقية من مسحوق التبييض ودع المخلوط يهدأ بعد تحريكه وصف السائل الراقى فى زجاجة محكمة السدادة وابقها بعد ذلك فى ظلام .

واجمع قليلا من الأوراق الرقيقة واقتلها بغمسها فى الماء الغالى دقيقة واحدة . ثم ضع هذه الأوراق فى شيء من ماء جافيل بضع ساعات ثم اذا ابيضت اترعها منه واغسلها فى الماء مدة ساعة أو اثنتين ثم ثبتها بعد ذلك فى جليسرين وافحصها بالاثينية الضعيفة من المجهر وانظر تشعبات الحزم وأطرافها وكذا عمود الحزم البرنشى . ووجه الشئنة فى النظر الى السطح ولاحظ صورة الثغور وعددها وجبها وكذلك الشعيرات (شكلى ٦٦ و ٦٧) .

نقط النمو فى السوق والجذور

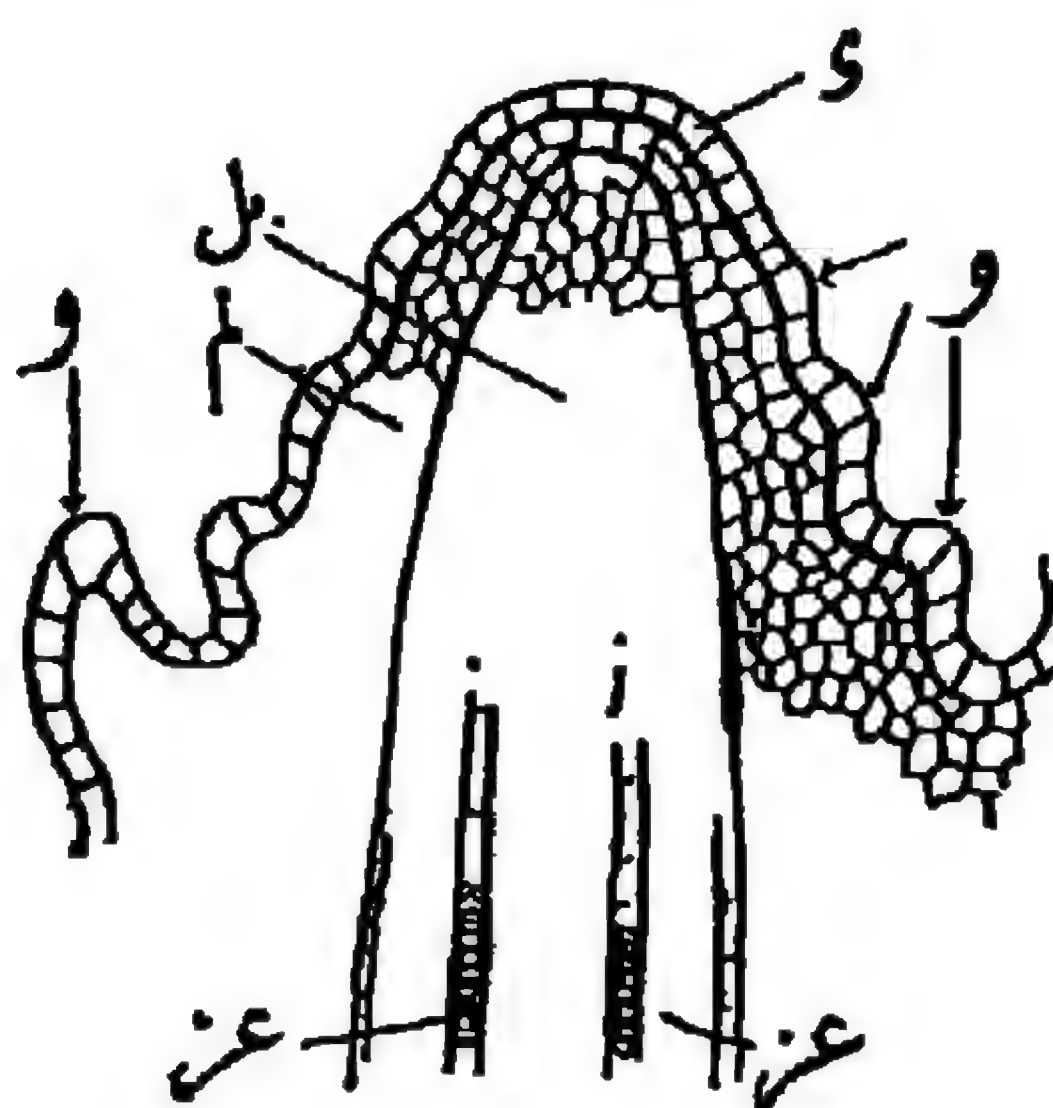
نقط النمو أو المناطق التى يحدث فيها تكون آلات وأنسجة جديدة كائنة عند أطراف السوق والجذور .

- (١) نقطة نمو الساق — قمة الساق محتواة تمام الاحتواء ومحمية بالأوراق الصغيرة السن (شكل ٦٦) وهى تتركب من كتلة مرستيمية على شكل قبة من المرستيم منها تشقق كل الأنسجة المختلفة التى سبق شرحها فى الساق البالغة والورقة المدركة . والخلايا التى تكون المرستيم منتظمة الشكل فى الحجم والصورة تقريبا خلاياها رقيقة الجدران غنية بمادة البروتوبلاسم .



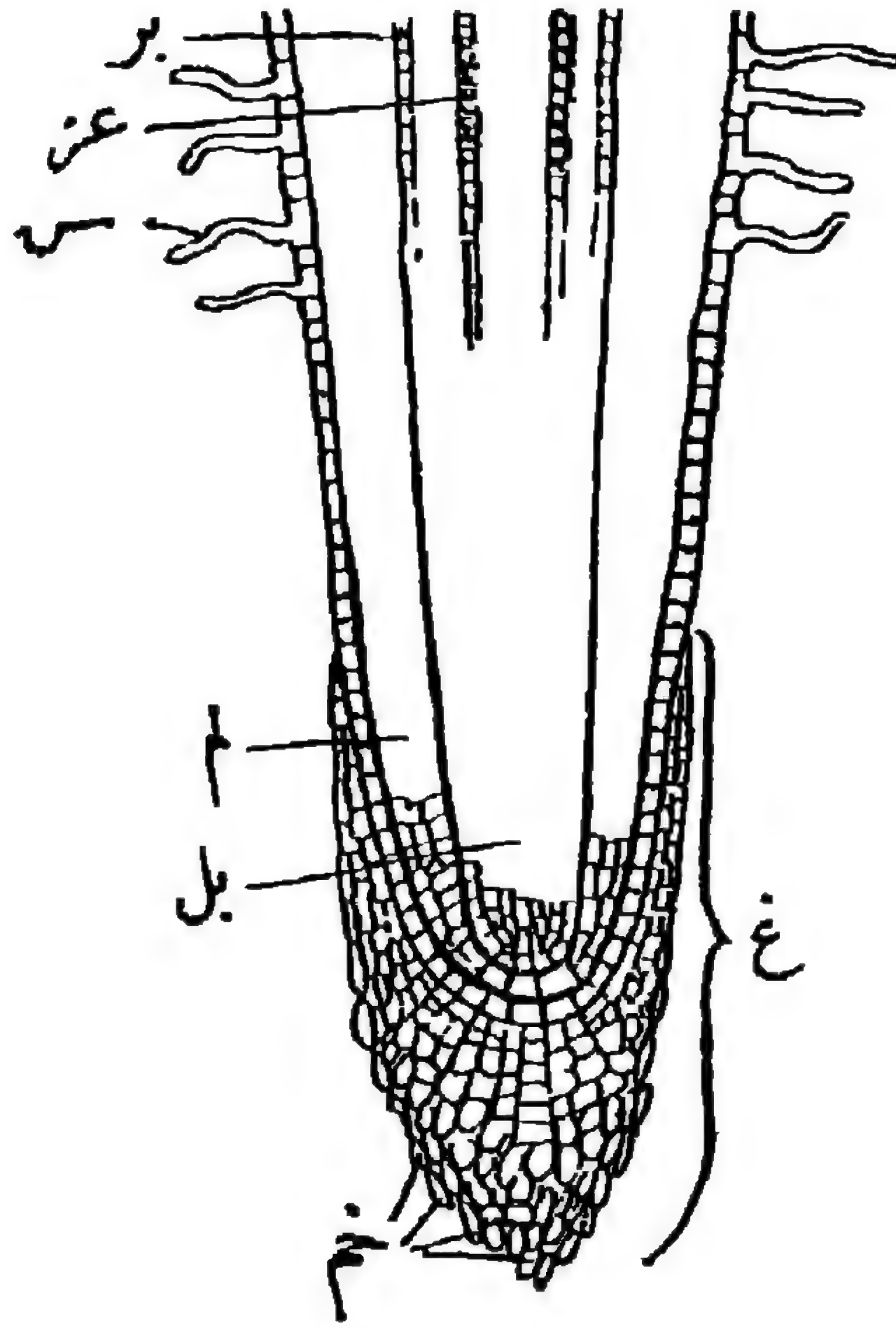
(شكل ٦٦)

قطاع عرضي بياني مارا بقمة ساق . s = الدرماتوجين الذي ينشئ البشرة ب ؛ ق = القشرة الناتجة من البريلم لم ؛ ط = الاسطوانة الوعائية الناتجة من البليوم بل ؛ و = ورق .



(شكل ٦٧)

منظر مكبر لقمة الساق في الشكل السابق . s = درماتوجين ؛ لم = بريلم ؛ بل = بليوم ؛ عز = أوعية البروتوزيلم ؛ و = أوراق أولية .



(شكل ٦٨)

قطاع طولى من قبة جذر . بل = بليروم ؛ لم = بريلم ، خم = الخلايا الخارجية الميتة
والآخذة في الموت من الغطاء الجذري غ ؛ بر = بريسيكل ؛ عنز = أوعية البرتوزيلم ؛
ش = شعيرات جذرية . (مكبرا ٦٠ قطرا) .

وإذا قطعنا قطاعا عرضيا مناسباً ماراً بنقطة النمو رأينا غالباً ثلاث طبقات متميزة بعضها عن بعض (شكلي ٦٦ و ٦٧) . فتغطي القمة طبقة مفردة (s) تسمى "الدرماتوجينية" (Dermatogen) وهذه تنقسم فقط بواسطة الجدران على زاوية قائمة مع السطح وتكون بشرة النبات وتأتي بعد الدرما توجينية الپريبلمة (Periblem) (لم) التي منها تنشأ القشرة. وقد يكون سمك هذه الطبقة عند أعلى القمة سمك خلية واحدة. أما في الأجزاء التي هي أكبر من ذلك سناً فإن الانقسام يحدث في عدة اتجاهات وبذلك تتكون طبقة تحدث من عدة طبقات .

وتشغل مركز نقطة النمو كتلة صلبة من المريستيم تسمى "الپيرومة" (Plerome) (بل) تنشأ منها الاسطوانة الوعائية. وفي هذه الاسطوانة ، على مسافة قريبة من القمة ، يتبدى ظهور تباين (Differentiation) الحزم الوعائية .

وأول ما ترى أوراق النبات على شكل نتوءات صغيرة (و) على سطح نقطة النمو والأنسجة المشتركة في تكوين هذه النتوءات هي الدرما توجينية وجزء الپريبلمة . والفروع التي تخرج في إباط الأوراق تنشأ من الدرما توجينية والپريبلمة . أما الپيرومة فليست مختصة بتكوين الأوراق أو الفروع .

(١) نقطة نمو الجذر — تختلف قمة الجذر عن قمة الساق اختلافاً كبيراً وذلك أن المرستيمية في قمة الساق توجد دائماً داخل برعم وتكون محمية من المؤثرات الخارجية المؤذية بالأوراق الابتدائية التي تميل منحنية على البرنشيمة على أن الجذور لا تنتج أوراقاً وإنما يصون الخلايا المرستيمية الغضة الموجودة في قمة كل جذر غطاء من الخلايا يقال له "القلنسوة الجذرية" (Root-cap) .

وزد على ذلك أنه اذا بلى ظاهر القلنسوة أو مات من أثر التربة التى ينمو فيها الجذر حدثت اضافات خلوية لباطن القلنسوة حيث تتصل مع المريستيمة ويرى فى شكل (٦٨) أغلب نظام الأنسجة شيوعا عند طرف الجذر .

الجزء الباطنى من المريستيمة الذى يولد الاسطوانة الوعائية هو البريلومة (بل) وحوله البربلمة (لم) التى تنشأ منها قشرة الجذر الأولية وهذه الأجزاء من المريستيمة والقمة مطابقة من جميع الاعتبارات لتلك الموجودة فى قمة الساق . أما الجزء الخارجى من المريستيمة فهو يسمى "كالپتروجينة" (Calyptragen) او الطبقة المكونة للقلنسوة . وهى بدلا من أن تبقى طبقة مفردة كما هو حالها فى الساق تنقسم بجدران موازية للسطح وأخرى عمودية عليه أيضا وبذلك تتكون قلنسوة (غ) كثيرة الطبقات . وكثيرا ما تصير الطبقة الباطنة المفردة من الخلايا (المتولدة فى الكالپتروجينة) الطبقة الشعرية التى سبق الكلام عنها . فأما بقية الخلايا التى تتكون دائما نحو الخارج فهى التى تصير القلنسوة الجذرية الأصلية .

تج ٧١ : انقع بعضا من بزور القول والبالاء ودعها تنبت . فاذا ظهر طرف الجذر للعين من النقر فانزع قشرة البزرة واقطع قطاعات عرضية من الجذر الصغير . ضعها لمدة نصف ساعة فى ماء جافيل (أقل تج ٧٠) ثم اغسلها فى الماء وثبتها فى جليسر بن مخفف . انقص هذه أولا بالشيئية الضعيفة من المجهر ثم بالقوية . اعمل رسما يبين مجمل نظام الأجزاء المنظورة أى قلنسوة الجذر والبريلومة والبربلمة .

حاول أن تحضر قطاعات من قمة جذور الذرة والبالاء وغيرهما من البزور الكبيرة .

تج ٧٢ : اقطع قطاعات فى قم السوق وهى داخل البراعم الطرفية من الأشجار الشائعة . عالجها وافحصها كما سبق الشرح . لاحظ وارسم الأجزاء المنظورة وارقب أول ابتداءات الأوراق .

الجزء الثالث

فسيولوجيا النبات

الجزء الثالث

فسيولوجيا النبات

الفصل الحادى عشر

تركيب النباتات الكىاوى

١ — يجب علينا بعد اذ عرفنا بنية النباتات ظاهرها وباطنها أن نتقدم الى درس العمل الذى تؤديه الأجزاء على اختلافها لحفظ حياة النبات .

ويسمى هذا الفرع من علم النبات "بالفسيولوجيا" (Physiology) .

بين الأنواع الراقية من النباتات أجزاء وأنسجة شتى مهياة للقيام بوظائف خاصة أى أنواع من الأعمال الفسيولوجية ؛ فالأجزاء والأنسجة التى تؤدي بها هذه الوظائف تسمى "أعضاء النبات" (Plant Organs) .

ويمدربنا فى المبدأ أن ننبه الى أن كل الوظائف على اختلافها تتوقف على مادة البروتوبلازم الحية ، والى أن عملها وقوتها للقيام بهذه الوظائف قياما تاما ، إنما هو مرتبط ببعض الشرائط الخارجية وهى وجود الحرارة الملائمة ، والمدد الكافى من المواد الغذائية ، وتوفير مقدار خاص من الضوء فى حالة النباتات الخضراء وكذلك تعرضها لأوكسيجين الجو فاذا لم تتوافر هذه الشرائط حدث الموت وبطلت به الظواهر الحيوية المختلفة .

وتنقسم وظائف النباتات الى قسمين :

- (١) الوظائف الغذائية — هذه مختصة بامتصاص مدد الغذاء واصطناعه وتخصيصه فهى لذلك مهياة خاصة ببقاء حياة الفرد .
- (٢) الوظائف التناسلية — هذه مختصة بتوليد أفراد جديدة وحفظ النوع .

٢ - يجب علينا قبل فحص عملية التغذية بالتفصيل أن نعرف شيئاً عن المواد التى تدخل فى تركيب النباتات . اذا احتفر نبات جديد من الأرض ووضع فى فرن محمى الى درجة فوق درجة غليان الماء قليلاً كان تكون ١٠٥ م ١١٠ م فانه يفقد شيئاً من وزنه بسبب خروج الماء من أنسجة النبات . فاذا استمرت عملية التجفيف أبداً بضع ساعات انطرد كل الماء من عصارة الخلية ومن مادة البروتوبلازم وجدران الخلايا ولم يبق من النبات إلا مادته الجامدة .

هذه البقية أى المادة الجافة تشتمل على مركبات كثيرة كيمياوية مختلفة الأنواع بين عضوية وغير عضوية ، اذا أحرقت تركت وراءها مقداراً قليلاً من رماد لا يقبل الاحتراق لونه أبيض أو ضارب الى الصفرة وهذا الرماد متكون من مركبات غير عضوية اهم مؤلفاتها كان قد امتص من التربة بواسطة جذور النبات .

وفى الجدول الآتى بيان لمقدار الماء والمادة الجافة والرماد فى ١٠٠ جزء بالوزن من البزور والثمار والأوراق وغيرها من أجزاء النباتات الشائعة :

أنواع	ماء	مقدار المادة الجافة	الجزء القابل للاحتراق	رماد
القمح (حبوب)	١٤ر٣	٨٥ر٧	٧٦ر٥	٩ر٢
الشعير	١٤ر٣	٨٥ر٧	٧٢ر٧	١٣ر١
الشوفان	١٤ر٣	٨٥ر٧	٧٥ر٧	١٠ر٠
الفول	١٥ر٠	٨٥ر٠	٧٩ر٥	٥ر٥
بزراللفت	١١ر٨	٨٨ر٢	٨٤ر٣	٣ر٩
التفاح	٨٤ر٨	١٥ر٢	١٤ر٨	٠ر٤
جذورالجزر	٨٥ر٠	١٥ر٠	١٤ر١	٠ر٩
درنات البطاطس	٧٥ر٠	٢٥ر٠	٢٤ر١	٠ر٩
الحاش وهو خضراء	٨٠ر٠	٢٠ر٠	١٨ر٠	٢ر٠
البرسيم	٨٦ر١١	١٣ر٨٩	١٢ر٢٢	١ر٦٧
ساق البطاطس وورقه	٨٥ر٠	١٥ر٠	١٣ر٤	١ر٦

ومقدار الماء في البزور الناضجة هو قليل نسبيا يتراوح متوسطه بين ١٠ ١٥ ٦ في المائة . فأما في الثمار الطريشة والجذور اللحمية والدرنات والأوراق الخضراء والأعضاء الخضراوية الغضة فيندر أن يقل مقدار الماء فيها عن ٧٥ في المائة وقد يبلغ ما بين ٧٥ و ٩٠ في المائة من مجموع وزنها . ونسبة الرماد في المادة الجافة من الحبوب والجذور الطرية والدرنات هي في الجملة أقل بكثير منها في الأوراق وقلف النباتات .

تج ٧٣ : زن قطعا من الجزر واللفت والبطاطس والشماع والشليك كلا منها على حدة في أطباق فخارية ثم اقطع كلا منها قطعا كثيفة صغيرة الحجم . وضع الأطباق ومحتوياتها في فرن دافئ . أوفرن مائ وزنها كل ثلاث ساعات ولاحظ مقدار ما تفقده من الوزن .

تج ٧٤ : كرر التجربة السابقة بأوراق البطاطس واللفت والبنخ وغيره من الأشجار وكذا أوراق الحشائش المقطوعة حديثا ودقيق الغلة جميعه ودقيق الفول جميعه .

٣ — المادة الجافة من نبات ما تشتمل على : مقدار قليل من مواد غير عضوية لم تستعمل امتصت من التربة ، ومقدار كبير من المركبات المختلفة العضوية صاغها النبات من المواد الغذائية التي امتصتها من التربة والهواء . وإذا أعطينا قائمة بالمركبات التي تصادف في باطن النباتات احتاج الأمر الى مجلد ضخم على أن الأمر غير محتاج هنا الى وصف شئ غير المواد العضوية المهمة التي منها يتكون جرم النبات . وقد تقسم هنا قسمين .

(١) مواد غير أزووتية (٢) ومواد أزووتية تبعا لما اذا كانت المركبات تشتمل على نتروجين أو لا تشتمل .

(١) المواد العضوية غير النتروجينية .

أهم أنواع هذا القسم هي الكاربوايدرات والدهون والحوامض المذكورة

بعد .

(١) كربوايدرات — هذه المركبات تكون أكبر جزء من جسم النباتات .
وتشتمل على كربون وايدروجين واوكسيجين .

والايدروجين والاكسيجين موجودان فيها بنفس النسبة التى يوجدان عليها فى الماء . وأهم المواد الكربوايدراتية هى أنواع السكر والنشا والأنبولين وأنواع السلولوز وأنواع الپنتوزان .

(٢) أنواع السكر — كل أنواع السكر تقريبا حلوة المذاق قليلا أو كثيرا .
وهى توجد فى الغالب ذائبة فى العصارة الخلوية . وأشيع أنواعه الجلوكوز والفراكتوز وقصب السكر والمولتوز .

(١) الجلوكوز أى الدكستروز أو سكر العنب (ك_٦ بد_{١٢} ا) يوجد فى أغلب الفواكه ولا سيما فى العنب الذى يشتمل عصيره على مقدار يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ فى المائة أما التفاح الناضج فيشتمل على متوسط من السكر مقداره يتراوح بين ٧ و ١٠ فى المائة ويشتمل الكريز على ٩ الى ١٠ فى المائة ويشتمل البرقوق على مقدار بين ٣ و ٥ فى المائة من هذا السكر .

(٢) الفركتوز أى سكر الفواكه أوليفيولوز (ك_٦ بد_{١٢} ا) يوجد فى الفواكه الناضجة أيضا مرافقا لسكر العنب . وكلا نوعى الدكستروز واليفيولوز يختل محلول فهلينج ، وهما قابلان للاختبار مباشرة باليسته (الخميرة) (Yeast) .

تج ٧٤ : أذب ٣٥ جراما من سلتات النحاس فى ٥٠٠ سم م من الماء وضع على ماعون المحلول ورقة مكتوبا عليها حرف (ا) ثم أذب ١٦٠ جراما من البوتاسا الكاوية و ١٧٣ جراما من فورات الصوديوم البوتاسيوم فى ٥٠٠ سم م من الماء وضع عليها ورقة مكتوبا عليها حرف (ب) فاذا خلطت مقدارين متساويين من ا و ب بعضهما بعضا تجهز لديك المحلول المعروف بمحلول "فهلينج" . (ويجب حفظ كل من المحلولين ا و ب منفصلين ولا يمزجان إلا عند الحاجة الى محلول فهلينج فانه يفسد اذا حفظ طويلا) .

اعصر بضع قط من عصارة العنب في أنبوبة اختبار تشتمل على ١٠ سم م م من محلول فهلينج . وتخن الأنبوبة وما فيها على مصباح بنسن (Bunsen flame) وانظر الراسب المحمر من أكسيد النحاسوز . (تج ١١) اختبر عصارة البرقوق الناضج وغيره من الفواكه بنفس الطريقة .

(٣) سكر القصب أو سكروز (ك يد ا) يوجد في العصارة الخلوية من السوق والجذور في كثير من النباتات ولا سيما قصب السكر والبنجر اللذين يستخرج منهما هذا النوع للاتجار به .

وعيدان سكر القصب تشتمل على مقدار يتراوح بين ١٥ و ٢٠ في المائة والبنجر من ١٢ الى ١٦ في المائة من هذا الكربوايدرات وهو يختلف عن السكرين السابقين في أنه لا يختزل محلول فهلينج ولا يمكن تخميره بالخميرة مباشرة . وإذا غلى مع حوامض مخففة أو أثر فيه بانزيم (الاثرتاس) الذي يوجد في الخميرة وفي كثير من أنسجة النباتات تحلل الى مخلوط من الدكستروز واللفيولوز يسمى "السكر المقلوب" .

تج ٧٥ : اغسل بعض قطع البنجر في الماء .

(١) اختبر بعض المحلول لمعرفة ما اذا كان به سكر مما يختزل محلول فهلينج أم لا كما في (تج ٧٤)

(ب) خذ ١٠ سم م م من محلول وأضف اليها ثلاث نقط أو أربعة من حامض الكلوريدريك القوي واغل الجميع مدة ٢٠ دقيقة وبعد معادلة الحامض بمحلول من كربونات الصودا اغله وأعد فحصه بمحلول فهلينج .

(٤) مولتوز (ك يد ا) هو نوع من السكر مكون بتأثير الانزيم دايستاز في النشا وهو يوجد في بزور شعير البيرة المستنبطة (Malt) وغيره من الحبوب المستنبطة . وهو قابل للاختبار بواسطة الخميرة مباشرة ويختزل محلول فهلينج ولكن ليس بدرجة سكر العنب .

(ب) النشا (ك يد ا) يوجد هذا الكربوايدرات على شكل حبوب عضوية صغيرة الحجم صلبة متركبة من طبقات عديدة بعضها فوق بعض ومنظمة .

حول نواة أو سرة تكاد تكون مركزية ، على أنه قد يرى نواتان أو أكثر فى نفس الحبة فتسمى الحبة إذ ذاك "مركبة" وحبوب النشا تكوّن بها بلاستيدات الخلايا عادة وأفرماتكون فى الجذور والدرنات والحبوب حيث تكون بمثابة مخزن من الغذاء المدخر . ويوجد النشا فى حبوب الغلال الجافة بنسبة ٥٠ الى ٧٠ فى المائة من وزنها وفى البطاطس بنسبة ١٠ الى ٣٠ .

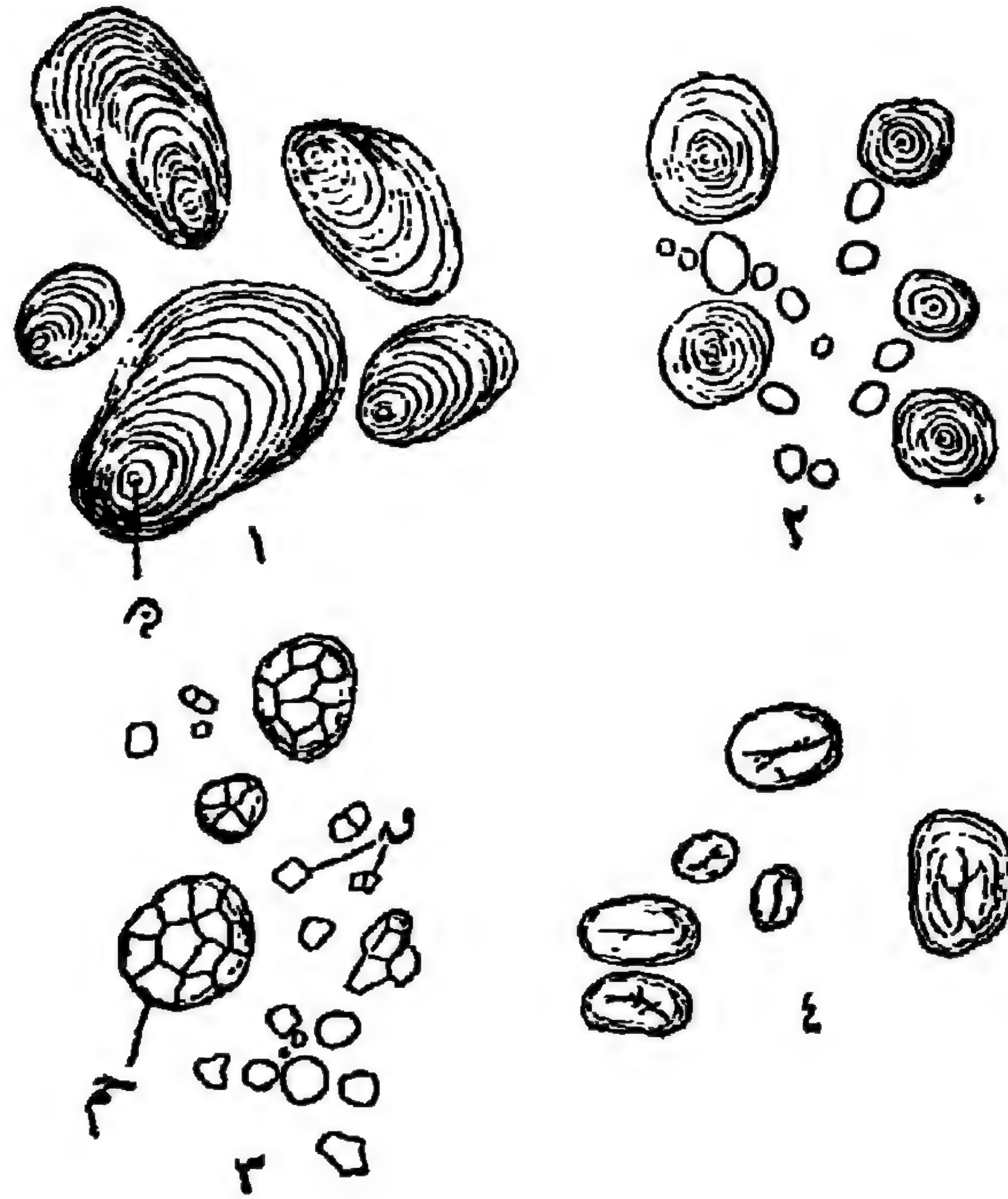
وحبوب النشا تختلف حجما وشكلا حتى فى نفس النبات على أنها فى بعض النباتات ذات خصائص متميزة فى شكلها وأبعادها حتى ليستطاع تمييزها تحت الميكروسكوب . فحبوب النشا المستخرجة من درنات البطاطس منبسطة بيضية بلا انتظام . حجمها كبير بالقياس الى غيرها ونواتها غير مركزية (Excentric) (رقم ١ . شكل ٦٩) .

وفى القمح والشعير يوجد من هذه الحبوب فى خلايا الاندسبرم ما هو كبير وصغير وكلاهما مفرطح على شكل بزر العدس وله نواة مركزية . أما فى فلقات بزور البازلاء والفول وغيرها من النباتات القرنية فان الحبوب بيضية وعلى شكل الكلوة (كما فى رقم ٤ . شكل ٦٩) وفيها شقوق متشعبة فى وسطها .

وتكون الحبوب فى الشوفان بيضية مركبة جزئياتها المركبة لها صغيرة وزاوية (Angular) .

وتسمى المادة التى تكوّن الحبة "بالنشا" أو "الاميلوز" ويوجد منها على ما يظهر نوعان مختلفان اختلافا يسيرا واذا عوملت بمحلول اليود انقلب لونها أزرق بنفسجيا قائما .

وانزيم الدياستاز يحولها الى مولتوز وكثير من المواد القابلة للذوبان من المواد الكربوهيدراتية الشبيهة بالصمغ وهذه تسمى "دكستريانات" .



(شكل ٦٩)

- (١) حبوب نشوية من البطاطس : ن = نواة الحبة (٢) حبوب نشوية من القمح .
 (٣) حبوب نشوية من الشوفان ؛ حم = حبة مركبة ؛ ق = قطع من حبة مركبة .
 (٤) حبوب نشوية من الفول . (مكبأ ٣٦٠ قطرا) .

قد كان العالم "ناجيلي" وغيره يرون أن حبة النشا تشتمل على مادتين هما "الجرانيولوز" و "السلولوز النشوي" و "الفارينوز" الذي يبقى كمتخلف غير قابل للذوبان إذا عوملت حبوب النشا باللعاب أو بالأحماض المخففة ؛ على أن هذا المتخلف لم يكن موجودا في حبوب النشا من قبل ولكنه حاصل فعل المذوبات المستعملة وعليه فهو كما قال العالم ماير "أميلودكسترين" وإذا غلى النشا مع الأحماض المخففة استحال جلوكوزا ودكسترينا . وإذا غلى مع الماء انتفخ النشا وكون عجينة فالوذجية القوام غير قابلة للذوبان . وإذا عرضت لحرارة جافة أو حمصت الى درجة ١٥٠ — ٢٠٠ انقلب النشا أسمر واستحال الى نوع من الدكسترين .

وتشتمل حبوب النشا في بعض الأحيان على مادة الأميلوز ومعها مقدار من الأميلودكسترين وهذا ينقلب أحمر اللون كالنيذ اذا عومل بمحلول من اليود . ويحصل على النشا التجارى بواسطة فصله فصلا ميكانيكا من درنات البطاطس بعد هرسها أو من حبوب القمح والذرة .

تج ٧٦ : اقسم بذرة من القمح والشعير والذرة والأرز عرضيا بسكين واكشط بلطف جزءا صغيرا من الاندسبرم وثبته في الماء وافحص حبوب النشا بالقوتين الصغرى ثم الكبرى وانظر هل هي بسيطة أم مركبة ولاحظ صورتها وجمعها النسبي وكذا شكل السرة وموضعها في كل من هذه الحبوب .

تج ٧٧ : اقطع بذرة فولة وبازلاء مارا بالفلقتين وكذا اقطع درنة بطاطس . واكشط الجزء المقطوع بمجد السكين واقفل الحبوب النشوية المنحصلة الى نقطة من الماء على لوحة زجاجية . وافحص صورة الحبوب النشوية وجمعها وشكلها ودون ذلك .

تج ٧٨ : اقطع أجزاء رقيقة من قطعة من درنة بطاطس ولذا من بذرة قمح . وافحصها بالقوة الصغرى واعمل رسما عن الحبوب النشوية الموجودة داخل الخلايا المنظورة .

تج ٧٩ : اعمل محلولاً قوياً من يودور البوتاسا فى الماء وأضف اليه بعض بلورات من اليود وارك المخلوط مدة اثنتى عشرة ساعة وهرها من آن لآن ليسهل تحلل اليود . فاذا ذاب اليود كله فأضف إليه ماء آخر حتى يصبح لون المخلوط كيتا (أحمر كالنبذ) .

عند فحص حبوب النشا فى التجارب السابقة (٧٦ — ٧٨) ضع نقطة من هذا المحلول بالقرب من حد قطعة الغطاء الزجاجى الشئى حتى يجرى ماء النقطة تحت الزجاجاة وتتصل بحبوب النشا ولا حظ تغير لون حبوب النشا .

تج ٨٠ : استخرج مستحلباً من الدياستاز كالاتى : هن خمس حبات من مسحوق المولت (الشعير بعد انباته وفصل الأجنة عنه) بنجسين سم م من الماء البارد وبعد تركه راكدا مدة أربع ساعات رشح لتحصل على محلول رائق . ثم اطحن قليلا من النشا فى الماء أو ليكن الطحن فى هاون . وصب قليلا من المخلوط فى دورق سعته ٢٠٠ سم م فيه ماء غال . فاذا برد فصب ٢٠ سم م تقريبا من هذه العجينة الرقيقة من النشا فى ثلاث أنابيب اختيارية . بين وجود النشا بإضافة بضع نقط من محلول اليود المذكور فى تج ٧٩ الى أنبوبة من الثلاث . وأضف الى الاثنين الباقيتين ٣ سم م أو ٤ من خلاصة الدياستاز ومختمها الى درجة ٦٠ مئوية . واختبر وجود النشا فى إحدى هاتين الأنبوبتين بأن تأخذ كل خمس دقائق بضع نقط بشناطة تضيفها إلى محاليل مخففة من اليود بعد أن تكون قد وضعت فى عدة أنابيب .

بعد مدة ينقلب النشا سكرًا ودكستريـن . فاذا حصل ذلك فاختر وجود السكر بواسطة محلول فهلينج .

تبين هل تؤثر عجينة النشا الرقيقة فى محلول فهلينج . اذا لم يصف اليها دياستاز مطلقا .

السلولوزات — يتركب هيكل النبات الصلب من جدران خلوية بينها البروتوبلازم . وتكون هذه الجدران فى أول عهدا رقيقة ثم يغلب أن تغلظ من تراكم طبقة من المادة فوق طبقة على باطن الجدران حيث تتلامس بالسيتوبلازم . واذا كانت الخلايا فى حالة انقسام وكانت الجدران فى حالة تكون ترى هذه على صورة طبقات رقيقة من مادة السيتوبلازم ممتدة فوق الخلايا الآخذة فى الانقسام . وفى عملية التغلظ تبدو الطبقات الجديدة كأنما تكونت

من تحوّل الطبقات الخارجية من السيتوبلازم وذلك لأنه إذا حدث غلظ في جدار خلية شوهد نقص تدريجي في المشتملات البروتوبلازمية من الخلية حتى لا يبقى من هذه المشتملات شيء في تجويفها .

وقد جرت العادة بتسمية المادة المكونة لجدار الخلية "بالسلولوز" كأنما هو مادة كياوية مفردة . على أنه يعرف الآن من هذا السلولوز أنواع مختلفة . وتتركب جدران خلايا النبات من مخاليط أو مركبات من هذه السلولوزات مع غيرها من المواد .

فأما ما يسمى "بالسلولوز الأصلي" فيمكن الحصول عليه من وبر القطن وألياف الكتان بواسطة معالجة الأخيرة بمواد كياوية شتى لازالة المواد المتحدة معها أو المختلطة بها . فما السلولوز إلا كربوايدرات له ذلك الرمز النظري الذي تمثله (ك د ا) . هذا السلولوز الأصلي غير قابل للذوبان في الأحماض ولا القلويات المخففة ولكنه يذوب في أكسيد النحاسيك النوشادري وفي محاليل كلورور الزنك المركزة الحارة وغيرها من المذوبات وإذا عومل السلولوز بحامض الكبريتيك واليود معا أوزنك اليود ازرق لونه . وإذا عومل بحامض الكبريتيك وحده استحال الى سكر دكستروز .

وهناك نوع آخر من السلولوز يوجد في جدران خلايا الأنسجة المتخشبة . فإذا حصل عليه خالصا من المواد المتحدة معه أو المختلطة به تبين أن هذه الأنواع مختلفة عن السلولوز الناتج من وبر القطن في بنائها الكياوي أكثر من اختلافها في تركيبها النظري المشار اليه . فهي تشتمل على نسبة مئينة من الأوكسيجين أكثر قليلا من ذلك وتكون أضعف مقاومة للعملية الهيدروليتيّة ولا تعطى إلا مقادير صغيرة من سكرى الدكستروز والمنوز إذا هي عوملت بحامض الكبريتيك ، وزد على ذلك أن الدهيد الفورفورال ينتج إذا تأدرت

(Hydrolysed) سلولوزات من هذا القبيل من جامض الايدروكلويك المخفف . وجدران خلايا الأنسجة الاندسبرمية وفلقات البزور متكونة من مواد هيميسلولوزية وهى من الاختلاف عن النوعين المذكورين فى خواصها الكيماوية بحيث لا تستحق أن تدرج فى سلك السلولوزات مطلقا . إلا من حيث انها تشابه الآخرين فى مظهرهما وأنها هى المواد التى يتكون منها بعض جدران الخلايا . وأنواع الهيميسلولوزات سهلة الأدرت بواسطة الأحماض والقلويات المخففة فتستحيل الى سكر الجللاكتوز والمنوز والبنروز . ولا يوجد أى نوع من السلولوزات المذكورة على حالة نقاوة فى النباتات مطلقا ، وانما تكون متحدة أو مختلطة بمواد أخرى تكون ثلاثة أنواع أصلية مما يسمى "بالسلولوز المركب" كما هو مبين فيما يلى :

(١) بيكتوسلولوزات — هذه مركبات أو مخاليط متألقة من السلولوزات الأصلية مع البكتوز . واذا أدت الأخير مع الأحماض أو القلويات المخففة يعطى مادة بكتين التى هى مادة تتجائن (Gelatinise) بسهولة . والجدر الخلوية من القطن الخام وألياف الكتان وغيره من الألياف غير الخشبية وكذلك غالب الأنسجة البرنشيمية ولا سيما أنسجة الجذور اللحمية والثمار كالجزر واللفت والتفاح والكثيرى تتكون فى الغالب من هذا النوع من السلولوز المركب .

ويؤكد مانجن (Mangin) أن أول الجدر التى تتكون أثناء انقسام الخلية انما هى من البكتوز على الأخص . فأما الطبقات المسمكة الثانوية من أغلب الجدران الخلوية غير الخشبية فهى مكونة من سلولوز وبكتوز معا .

ويلحق بالبيكتوسلولوزات مواد الميوكوسلولوزات المتكونة من سلولوز ومواد أخرى تعطى محاليل لزجة اذا أذيت فى الماء . وتوجد هذه المواد فى العادة فى بعض الجذور والثمار .

(٢) الاديوسلولوزات — تظهر الجدر الخلوية من النسيج الفلي كأنها مؤلفة على الأخص من مادة دهنية أو شمعية تسمى "سوبرين" (Suberin) متحدة مع مقدار قليل جدًا من السلولوز وبهذه المواد تلحق الكيوتوسلولوزات التي تتكون الجدر الخلوية في بشرة النباتات. وتشبه المادة المعروفة بالكيوتن (Cutin) مادة السوبرين مشابهة قريبة في تركيبها وخواصها . وإذا عوملت الجدر السوبرينية أو الكيوتينية بمادة كلورزنك اليود انقلبت سمراء ضاربة الى الصفرة وهما غير قابلتين لنفوذ الماء منهما وعلى ذلك فهما يمنعان فقدان الماء من الأنسجة المغطاة بهما . فأما أن الكيوتن والسوبرين هما حاصلان ناتجان من تحوّل مادة السلولوز مباشرة فهي مسألة لم تحل حتى الآن .

(٣) اللجنوسلولوزات — تتكون الجدر الخلوية في النسيج الخشبي في النباتات من لجنوسلولوزات وهذه مركبات متجانسة من :

(أ) سلولوز أو أكسيسلولوز .

(ب) پنتوزان وهذا يعرف "بالصمغ الخشبي" .

(ج) بعض مركبات عطرية لم تعزل نقيّة .

فاما المادتان ب و ج فيطلق عليهما في العادة اسم "لجنين" أو "لجنون" واللجنوسلولوزات هي مكونات ابتدائية من الأنسجة النباتية وليست سلولوزات صلبة ملبسة باللجنين تكونت بسبب تغيرات كيمياوية ثانوية .

والجدر الخشبية تصبح قرنفلية اللون اذا هي عوملت بمادة الفلوروجلوسين وحامض الادروكلوريك وتكون صفراء اللون في محاليل كلورور الأنيلين وتصبح الجدر صفراء اذا هي عوملت بمادة كلورزنك اليود .

والجدر الخلوية من النسيج الخشبي في الخشب الصمى من الأشجار وغيره من أجزاء النباتات تتلون أحيانا بالدباغ أى بالتين ومواد ملونة شتى .

ويتركب الورق على اختلاف أنواعه من سلولوز يحصل عليه من خرق التيل والقطن والخشب والقش غالبا .

تج ٨١ : لتحضير كلورزئك اليود يذاب ٢٥ جزء من كلورور الزئك وثمانية أجزاء من يودور البوتاسيوم في $\frac{1}{3}$ ٨ أجزاء من الماء وتضاف اليه من اليود بقدر ما يجعل لون المحلول كلون النيذغامقا .

اقطع قطاعات من السوق وغيرها من أجزاء النباتات وثبتها في المحلول ، لاحظ أن الجدر غير الخشبية وغير الكيوتوكلازية ذات لون أزرق ولاحظ تأثير المحلول في وبر القطن وفي قطاعات الخشب .

تج ٨٢ : اقطع قطاعات من البزور بواسطة موسى جافة . وثبت بعض هذه القطاعات في الماء وافحصها وثبت البعض في الجليسرين النقى وافحصها واتقع بعض بزور الخردل والكّان في الماء . ولاحظ لزوجة سطح البزور .

تج ٨٣ : اقطع قطاعات من سوق نباتات شتى وثبتها في محلول مشبع من كلورور الأنيلين أضف اليه قحطا قليلة من حامض الايدروكلوريك . هنا تتلون الجدران الخشبية بلون ذهبي .

(د) البنتوزانات — ويلحق بسلولوز الأنسجة النباتية كربوايدراتات تسمى البنتوزانات (ك بد ا) وإذا سخنت هذه المواد مع الأحماض المخففة أدريت وانقلبت سكرات بنتوزية (ك بد ا) عرابينوز وزيلوز .

ويتكون البنتوزانات أثناء عهود النمو الأولى ويزداد مقدارها بتقدم النبات في السن . ويظهر أن هذه الكربوايدراتات قليلة الفائدة في عمليات التغذية في النباتات ولكن أكالة العشب من الحيوانات تهضمها جزئيا وتمثلها . وهذه البنتوزانات شائعة في الأنسجة النباتية جميعها وأكثر ماتكون في النجيليات وقش الغلال .

(هـ) الأنولين (Inulin) — هو كربوايدرات له نفس التركيب المئني الذي للنشا وهو قابل للذوبان في الماء ويوجد ذائباً في العصارة الخلوية من كثير من نباتات الفصيلة المركبة والناقوسية (Campanulaceae) وغيرها من الفصائل . وهو يوجد أيضاً في بصلات كثير من نباتات الفصيلة الزنبقية (Liliaceae) والأماريليداسية (Amaryllidaceae) وكذلك في أوراق هذه النباتات وأجزائها الخضراوية ويكثر الأنولين في جذور الدهلية (Dahlia) والسريس (الشيكوريا) وفي درنات الطرطوفة حيث تحل محل النشا كغذاء مكتنز. وإذا وضعت أجزاء من هذه الجذور والدرنات في كؤول قوى بضعة أيام انفصل الأنولين على صورة كتل كروية صلبة في بلورات ابرية الشكل منتظمة على شكل متشع خاص ولا يختزل الأنولين محلول فهلنج ولكنه اذا غلى مدة طويلة في الماء أو لمدة قصيرة في أحماض مخففة انقلب كله الى ليفولوز .

تج ٨٤ : انقع قطعة من جذر الطرطوفة في كؤول مثل قوى بضعة أسابيع . واعمل قطاعات منها بعدئذ وثبتها في جليسرين نقي وافحصها بعد ذلك وارسم البلورات الكروية من الأنولين .

(٢) الدهون والزيوت الثابتة هذه المواد التي هي مخاليط من مركبات شتى من الجليسرين والأحماض الدهنية تتركب من نفس العناصر الثلاثة التي توجد في الكربوايدرات ولكن أوكسيجينها أقل من أوكسجين تلك بالنسبة الى الهيدروجين في الكربوايدرات وترى في المبدأ غالباً على شكل نقط مستديرة صغيرة من جزيئات غير منتظمة تكاد تكون طرية أو نصف صلبة داخل سيتوبلازم الخلايا وبعد ذلك تجرى النقط بعضها الى بعض ثم تفرز في العصارة الخلوية حيث تجتمع .

والزيوت والدهون مواد غذائية نباتية مكتنزة وهي على ذلك تكثرت في الاندوسبرم وفي الفلقتين من البزور وكذا في بعض الثمار. وبزور نبات الريب

(نوع من اللفت) تشتمل على متوسط من الزيت مقداره ٤٢ في المائة . أما بزور الكتان فتوسطها ٣٦ ٪ ومتوسط بزور القطن ٢٥ ٪ .

ويتكوّن مختلف أنواع الكعكات الزيتية (Oil cakes) أى الكسب التى تستعمل لتغذية المواشى من حثالة كثير من أنواع البزور والثمار بعد اذ استخراج أكثر ما فيها من الزيت بواسطة العصر وغيره من الوسائل .

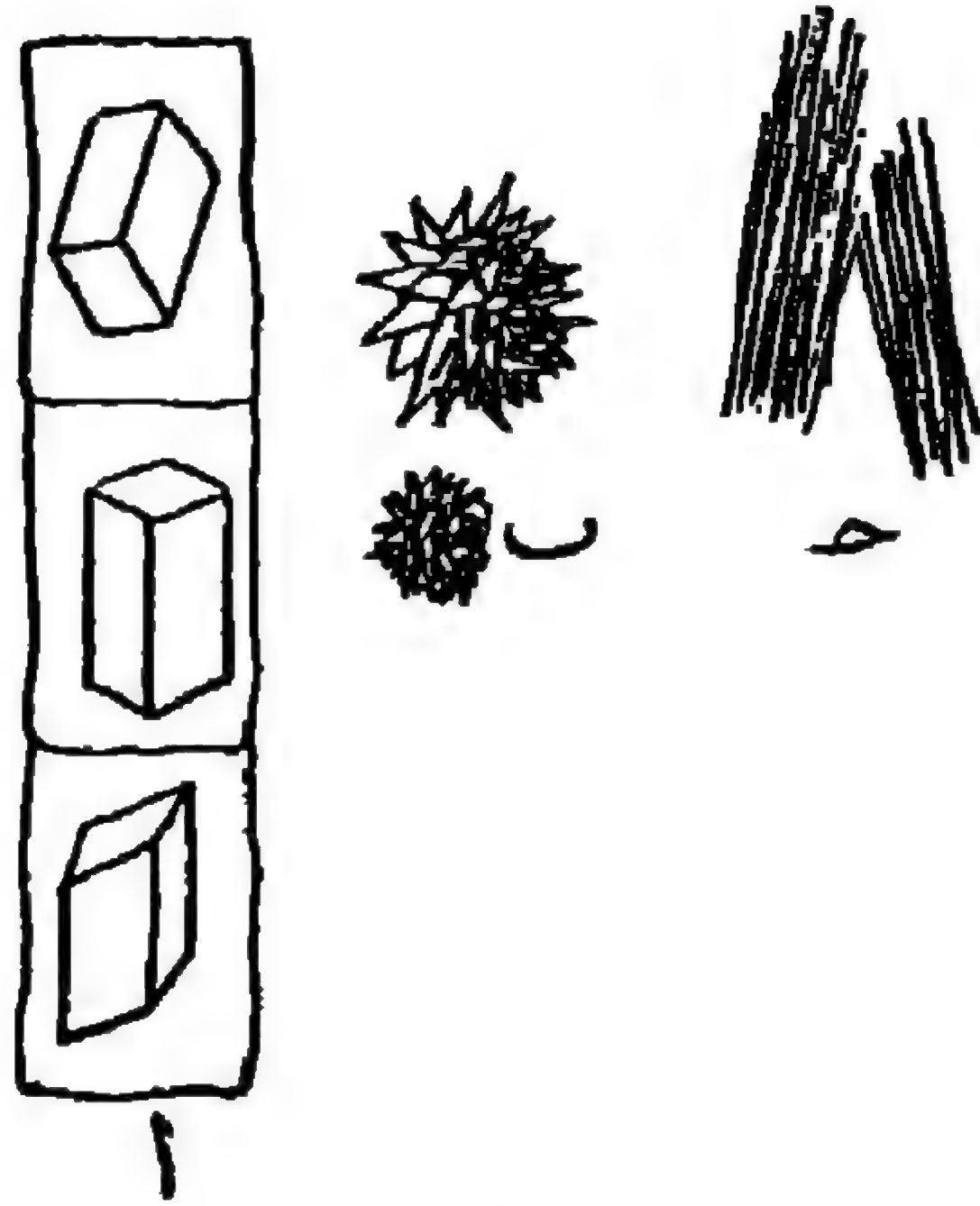
تج ٨٥ : اعمل قطاعات عريضة رقيقة من جذور اللوز واللفت والبندق البرازيلى . والكتان ثبتهما فى الماء وافحصهما بالقوة الكبرى من الميكروسكوب لاحظ استدارة القط الزيتية ولعانها فى الخلايا وفى الماء حول القطاع .

(٣) الزيوت الطيارة أو الاساسية — يعزى الى هذه المركبات تلك الرائحة الطعرية التى توجد فى كثير من النباتات كالورد والنعنع واللاوندة والفلية .

وكثير من الزيوت الأساسية متكوّن من كربون وايدروجين فقط فى حين أن غيردا يشتمل فوق ذلك على أوكسيجين . وهى توجد غالبا على شكل نقط فى سيتوبلازم الخلايا وقد تجتمع هذه النقط فى أجزاء خاصة من الشعيرات الغددية وغيرها من التخوت الزهرية .

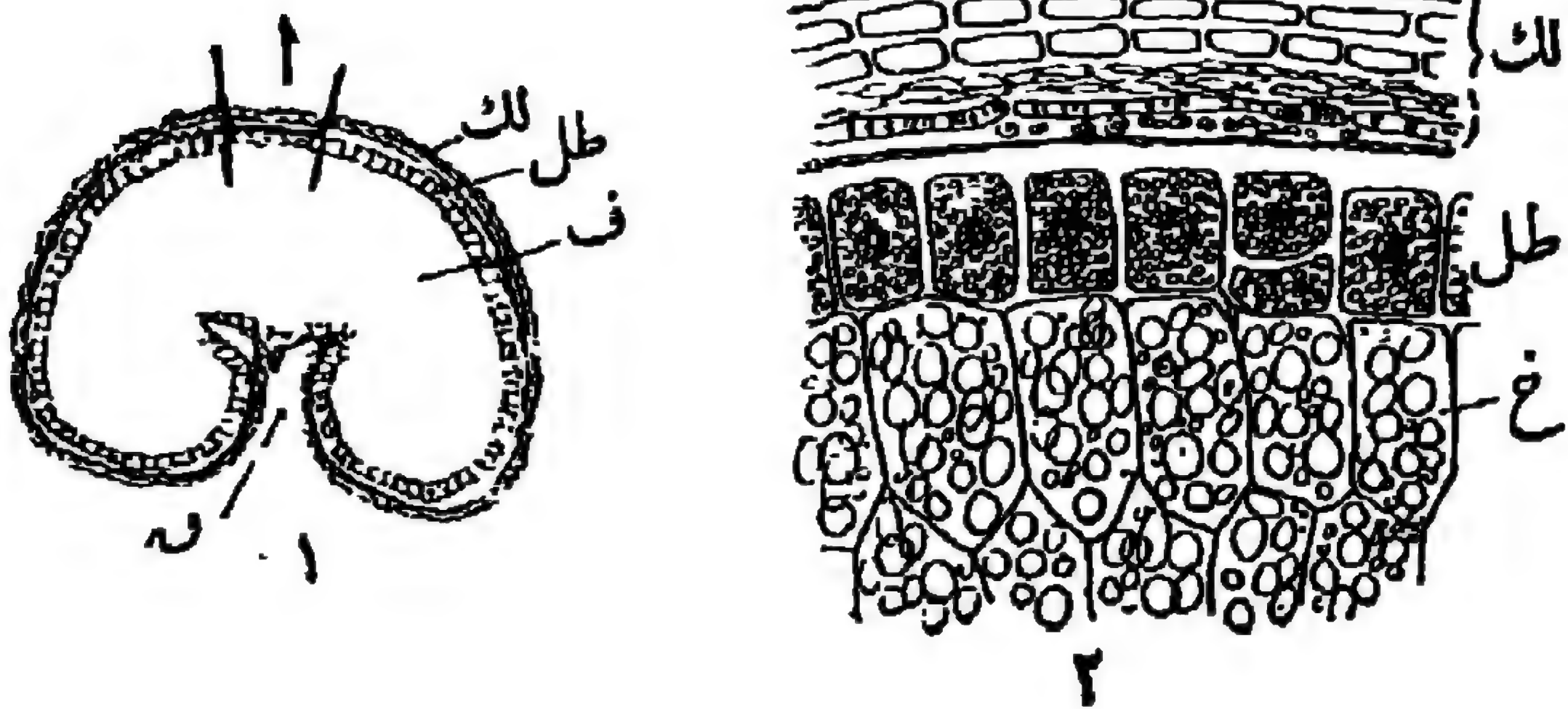
(٤) الأحماض العضوية أشيع أمثلة هذه المركبات التى توجد فى خلايا النباتات الخضراء هى حوامض الاكساليك والماليك والستريك والطرطاريك . وتوجد إما منفردة أو متحدة مع قواعد شتى عضوية أو معدنية فتكوّن إذ ذاك أملاحا حمضية أو متعادلة .

وأشيع مافى النبات من الحوامض هو الحامض الأوكساليك وهذا يكون منفردا وفى الأكثر يكون متحدا بالكلسيوم أو البوتاسيوم فى النسيج البرنشى من الأوراق والسوق والجذور وإلى الملح البوتاسى الحمضى تعزى حموضة طعم أوراق الحميض (روميكس) وبعض أنواع الأوكساليكس .



(شكل ٧٠)

- (أ) بلورات مفردة كبيرة من أوكسالات الكلس من خلايا برنشيمة ورقة البرسيم المجازى ؛
 (ب) مجاميع بلورية من ورقة الراوند ؛
 (ج) حزم بلورية من ورقة نبات الفخسيا .



(شكل ٧١)

- (١) قطاع عرضي من حبة القمح . ل = برىكارب ؛ ط = طبقة اليورونية ؛ ف = جزء نشوى من الاندوسبرم ؛ ح = قناة في ظهر الحبة . (٢) الجزء ١ من القطاع المذكور (مكبرا ١٦٠ قطرا) ؛ بك = برىكارب ؛ ط = طبقة اليورونية ترى الحبيبات الاليورونية الصغيرة ونواة مركزية داخل كل خلية ؛ خ = خلايا اندوسبرم تشتمل على حبوب نشوية .

وبلورات أوكسالات الجير شائعة جدا في أنسجة عدد عظيم من النباتات وهي تتكون في الفجوات التي في السيتوبلازم وتحدث على شكل (١) بلورات مفردة (رقم ١ . شكل ٧٠) . (٢) مجاميع بلورية متشعبة (ب) أو (٣) حزم من البلورات الابرية الشكل أورايفيدات (ح) وهذه الصورة شائعة في الخلايا في كثير من ذوات الفلقة المفردة .

أما حوامض الماليك والستريك والطرطاريك فتوجد منفردة أيضا أو متحدة مع الجير أو البوتاسا ولا مسميا في أنواع شتى من الثمار الفجة ويشتمل الليمون على ٥ الى ٧ في المائة من الحامض الستريك .

٠ نتج ٨٦ — عامل أوراق بعض البرسيم والجلبان وأوراق غيرها بما جافيل (كما في نتج ٧٠) واغسلها في الماء وثبت قطعة صغيرة في الجليسرين .

ثم لاحظ صورة بلورات أوكسالات الكلسيوم وموضعها في الأوراق . واعرف في أى جزء من أنسجة الأوراق تكثر هذه البلورات .

(٢) المواد النتروجينية العضوية — تشتمل هذه المركبات على عنصر النتروجين وكثيرا ما تشتمل أيضا على عناصر أخرى كالكبريت والفوسفور فضلا عن الكربون والايديروجين والأوكسيجين .

وأهم أمثلتها البروتيدات والاميدات والالكلويدات .

(١) البروتيدات — البروتيدات مركبات معقدة التركيب جدا لم يمكن الى الآن معرفة علامتها الكيماوية . وهي في العادة لزجة القوام كبياض البيض وهي كمثلها تتجمد بالتسخين ؛ بعضها قابل للذوبان في الماء وبعضها غير قابل . وأبسط أنواع البروتيدات مركبة من الكربون والايديروجين والأوكسيجين والنتروجين والكبريت وهي تشتمل على ما بين ١٥ و ١٧ في المائة من النتروجين وما بين $\frac{1}{4}$ و ٣ في المائة من الكبريت وبما أن البروتوبلازم يتركب

فى الأكثر من بروتيدات فهى ترى فى كل أجزاء النباتات الحية وزد على ذلك أن منها ما يوجد ذائبا فى العصارة الخلوية .

وبعض البروتيدات تكون مخزونة فى الفجوات الخلوية وفى العصارة الخلوية من البزور وغير ذلك من الأعضاء الكامنة (Resting Organs) كغذاء تروجينى مخزن على صورة حبيبات صلبة مستديرة أو غير منتظمة الشكل وتسمى هذه "بالحبيبات الأليرونية" (Aleurongrains) أو "الحبيبات البروتيدية" وهذه الحبيبات الأليرونية تكون فى الغلال صغيرة جدا ومستديرة وتكون مخترنة على الأخص فى الطبقات الخارجة من الاندوسبرم (شكل ٧١) . أما فى غيرها من البزور النشوية كالفول والبازلاء فتكون صغيرة ولكنها فى كثير من البزور الزيتية كحبوب الخروع والبندق البرازيلى تكون كبيرة وتشتمل فى الجملة على جزء صغير مستدير من فوسفات الكالسيوم والمغنيزيوم مضاف الى بلورة بروتيدية أصغر منه أو أكبر .

وتشتمل بزور الترمس على متوسط فى المائة من البروتيد قدره ٣٤ و بزور الفول على ٢٤ و القمح على ١٣ والشعير على ١٠ والقش على ٣ والبطاطس على ٢ واللفت على ١ تقريبا .

والبروتيدات الصلبة تتصبغ بفعل اليود فتتقلب صفراء .

تج ٨٧ : (١) اقطع قحمة قسمين عرضيين ثم اقطع شريحة رقيقة مشتملة على جزء صغير من الطبقة البريكاربية والأليورونية كما فى شكل (٧١) .

ثبت ذلك فى جليسرين مخفف وضع نقطة من محلول اليود تحت الغطاء الزجاجى . لاحظ لون حبيبات النشا والحبيبات الأليرونية .

(٢) اعمل قطاعا مثل ذلك من حبة الشعير وانظر هل الطبقات الأليرونية فى هذه الحبة مثل ما هى فى حبة القمح ؟

تج ٨٨ : اعمل قطاعات من فلقى الفول والبازلاء وثبتها في جليسرين مخفف ثم افحصها .
لاحظ الحبيبات الصغيرة الاليرونية في الخلايا هي والحبيبات النشوية الكبيرة . اصبغها بالبود
ثم أعد فحصها .

(٣) الأميدات — هذه المواد مركبات تترواحينية بلورية قابلة للذوبان
توجد ذائبة في العصارة الخلوية . وأكثرها حوامض أميدية أمشتقات بسيطة
منها . وهي مواد مخترنة توجد على الأخص في الريزومات والبصلات
والدرنات والجذور من النباتات ويندر أن توجد في البزور الكامنة وأشيع
هذه المواد انتشارا مادة الاسبراجين (Asparagine) فهي توجد في برنشيمة
كل أجزاء النباتات تقريبا وتكثر على الأخص في صغار فراخ الهليون وأزهار
البروكسل ودرنات البطاطس وفي بواذر الترمس والجلبان وغير ذلك من
النباتات القرنية المزروعة في الظلام .

ومن الأحماض الأميدية الشائعة الجلوتامين والبيتين واللوسين والتيروسين
وهذه توجد في بنجر السكر واللفت وغيرها من الجذور .

(٣) الالكالويدات — هي مركبات عضوية قاعدية أكثرها سام وتكون
الجوهر الفعال في كثير من النباتات المستعملة في الاقربازين وأعرف أمثلتها
المورفين الذي يحصل عليه من الخشخاش (أبي النوم) والنيكوتين الذي
يستخرج من شجرة التبغ والهايوسيامين الذي يستخرج من شجرة الهايوسيامس
ميوتيكوس ، والاستركنين الذي يحصل عليه من الجوز المقبي .

الفصل الثانى عشر

تركيب النباتات

ثمة

١ — مكونات النباتات الأولية — قد دل التحليل الكيماوى على أن العناصر الآتية موجودة دائماً فى المركبات التى تكون الجسم من النبات الأخضر السليم البنية . تلك هى الكربون والايديروحين والاكسجين والنروجين والسليكون والكبريت والفسفور والكلورين والبوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم والمجنيزيوم والحديد .

وفى أعشاب البحر يوجد البرومين والايودين عادة وقد اكتشفت عناصر أخرى كثيرة مثل الألومينيوم والحرصين والنحاس بمقادير صغيرة فى بعض أنواع النباتات .

إذا أحرق المادّة الصلبة من النبات انطلق الكربون والايديروحين والأكسجين والنروجين منها الى الهواء على صورة ماء وثانى أكسيد الكربون وعلى صور تنروجين مطلق وغير ذلك من المركبات الطيارة . فأما بقية العناصر المذكورة فبقى فيما يسمى بالرماد .

على أنه ان كان التحليل الكيماوى يساعدنا على تعيين العناصر الخاصة التى يتركب منها جسم النبات فانه لا يمدنا بواسطة تعيينا على معرفة كم من هذه العناصر يلزم لبقاء النبات وأياها ألزم لذلك .

وبما أن أكثر النباتات لايشتمل فى تركيبه على نخرصين ولا قصدير ولا رصاص فظاهر أن هذه العناصر وغيرها مما تكون فى النبات أحيانا ليست

ضرورية لنمو النبات . أما أن الكربون والايدروجين والاكسيجين والنيتروجين هي عناصر جواهرية لازمة ، فأمر يمكن استنتاجه من أن هذه العناصر هي جوهريّة في تركيب المركبات العضوية التي تبني بها جدران الخلايا و بروتوبلازمها على أنه لا يترتب على هذا القول أن العناصر التي توجد في النباتات دائماً هي كذلك جوهريّة اللزوم لحياة النبات .

ولكي نعين بالدقة أى العناصر لا يمكن الاستغناء عنه في صحة تغذية النبات ونموه ، يجب اجراء تجارب زراعية في التربة أو غيرها من البيئات المعروفة التركيب بالدقة والتي يمكن جعلها تحت اشراف المباشر . وخير ما يكون ذلك بواسطة الزراعة المائية أو الزراعة الرملية التي هي انماء النباتات في ماء نقي أو في رمل خالص أضيف اليه مركبات من مختلف العناصر التي يراد درس تأثيرها . بواسطة هذه التجارب أمكن اثبات أن عشرة عناصر فقط هي حقيقة جوهريّة لنمو النباتات الخضراء وهذه العناصر هي الكربون والايدروجين والاكسيجين والنيتروجين والكبريت والفسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والكلسيوم والحديد وربما وجب اضافة الكلورين اليها .

كل المجهودات التي عملت لانماء النباتات في التربة (أو الماء) التي استخرج منها عنصر أو أكثر من هذه العناصر قد انتهت بالحبوط . أما بقية العناصر التي توجد أحيانا في رماد النبات فهي نافلة حتى أن الصوديوم والسليكون اللذين هما موجودان في كل النباتات الباقية في الأراضي العادية ليسا مما لا يمكن الاستغناء عنه اذ يمكن تربية نماذج صحيحة من النباتات قادرة على اعطاء بزور بدونها .

تج ٨٩ : الزراعة المائية — لتنمية النباتات في محاليل مغذية تستعمل اسطوانات زجاجية أوقنينات واسعة الرقبة تسع ٦٠٠ أو ٧٠٠ سم م م ويجب قبل استعمال الاسطوانة أن تنظف بحامض النريك ثم تغسل بعد ذلك بالماء المقطر غسلا جيدا . ويجب أن تسد بغطاء فلي خرق فيه ثقبان أحدهما لخروج ساق النبات المراد تربيته والآخر تنزل فيه أنبوبة قصيرة تصب الماء في الاسطوانة بدل

الماء الذى يفقد فى عملية التثح ويجب أن لا تشمل المحلولات المستعملة على أزيد من مقدار يتراوح بين ٢ و ٥ جرامات من أملاح ذائبة فى ١٠٠٠ جرام من الماء . فأما تركيز المحلول أكثر من ذلك فهو مضر بالنمو وزد على ذلك أنه يجب أن يكون المحلول حمضى التفاعل قليلا . أما المحاليل القلوية فهي مضره .

وقد يختلف تركيب المحلول اذا أريد تمام تغذية النبات اختلافا كبيرا ما دامت العناصر الجوهرية موجودة فى حالة مناسبة لامتناسها بواسطة جذور النباتات . والمحاليل التالية تشمل على كل ما تتطلبه النباتات الخضراء . فأما الكربون الضرورى فيحصل عليه من ثانى أكسيد الكربون الجوى .

جرام

ماء ١٥٠٠

ترات الكلسيوم ٢

كلورور البوتاسيوم ١/٢

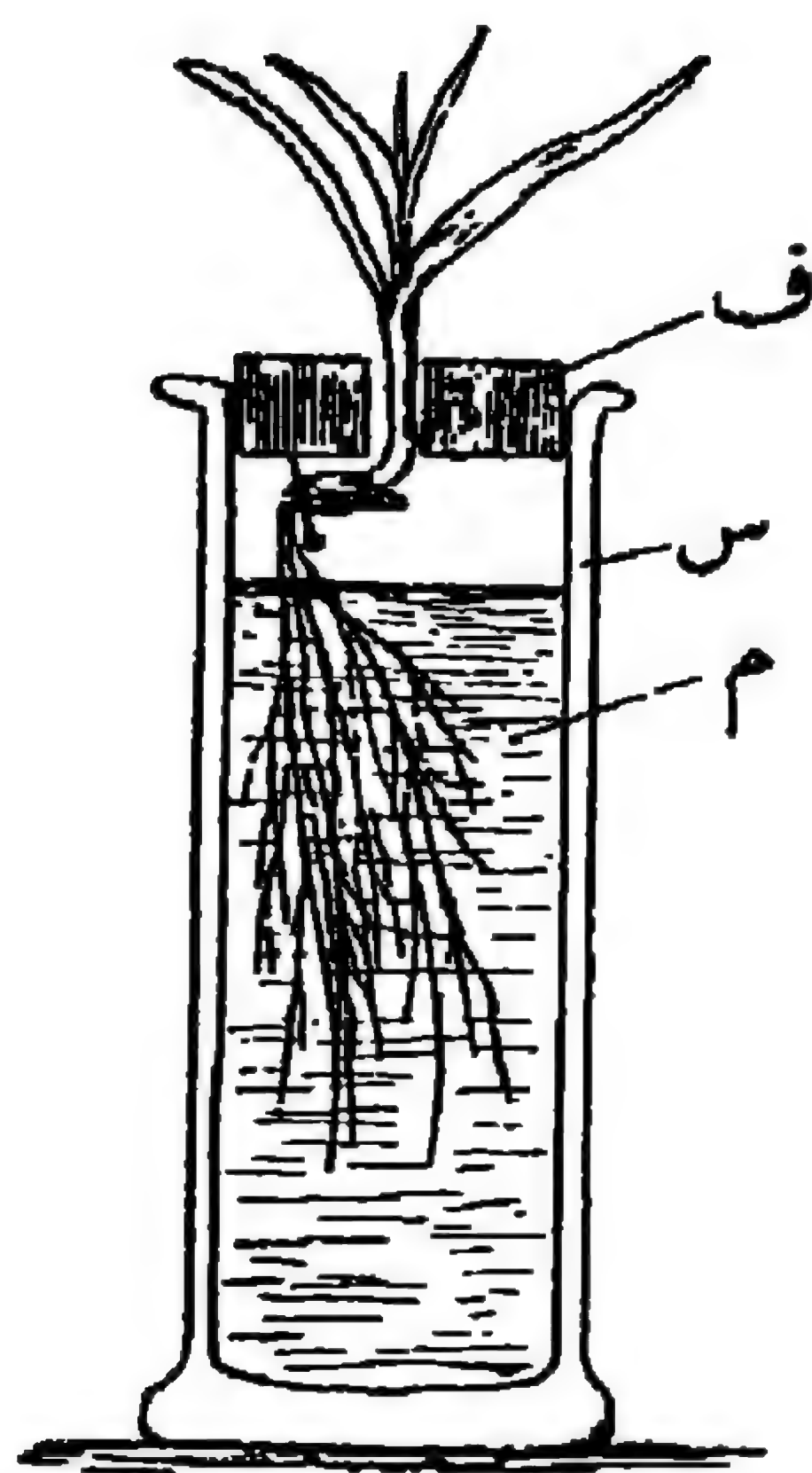
كبريتات المغنسيوم ١/٢

فوسفات البوتاسيوم الحمضى ١/٢

بعض نقط من محلول كلورور الحديدك .

وتوصلا لظهور هذا الأمر ظهورا بينا يزرع الشعير والذرة والفول والبنور ، ولكن يجب قبل ذلك انبات البزور فى نشارة رطبة أو على ورقة نشاف مبللة فاذا كبرت البوادر حتى أصبحت مهله على التناول بالأصابع وجب ترتيبها كما فى شكل (٧٢) بحيث تنمى جذورها فى المحلول المزرعى . أما سوقها فيسمح لها أن تنمو وتخرج من الثقب الموجود فى السداة (ف) ويمكن تثبيت بوادر الشعير والفول والذرة بواسطة دبوس يغرس فى جانب البريكارب أو غلاف البزرة حتى يصل الى الجانب الأدنى من السداة ، أو يمكن حملها بوضع قطن فى الثقب الذى تخرج من الساق .

ومن المهم أن لا ينمى فى المحلول إلا الجذور وحدها لأن تبلل الاندوسبرم والفلقيتين والسويق السفلى الجنينية يؤدى فى الغالب الى ضعف صحة النبات ثم الى موته . ويجب تغطية جوانب الاسطوانة الزجاجية بورق مقوى أو عدة طبقات من الورق لمنع دخول الضوء والحرارة الى المحلول . أو توضع الاسطوانة فى صندوق يشتمل على ألياف من ألياف النخل ويجتنب وضع



(شكل ٧٢)

مزرعة مائية فيها نبات شعير . س = وعاء زجاجي اسطواني ؛ م = محلول زراعي ؛ ف
== سداة قل مثقوبة .

المزرعة في ضوء الشمس المباشر حتى يبقى المحلول الذي انغمست فيه البزور باردا وفي التجارب التي يمتد أجلها بضعة أسابيع يجب تغيير المحلول المذكور كل أسبوع . ويجب وضع النبات من آن الى آن يوما أو يومين بجذوره في ماء مقطر أو في ماء يشتمل على مقدار قليل من كبريتات الكالسيوم .

تج ٩٠ : هي مزرعة مائية كما سبق الوصف ولكن لا تضاف كلورور الحديدك أو أى مركب آخر من الحديد الى المحلول وقارن نمو النبات بآخر نام في محلول تام .

تج ٩١ : لاحظ الفروقات الموجودة بين النباتات النامية في محاليل تامة كما سبق الوصف وغيرها من النامية في المحلولين الآتين اللذين فقد منهما النتروجين والبوتاسيوم على التوالي :

محلول بغير بوتاسيوم	محلول بغير نيتروجين
جرام	جرام
ماء ١٠٠٠	ماء ١٠٠٠
نترات الكالسيوم ١	كبريتات الكالسيوم ١
كبريتات المغنسيوم ١/٢	فوسفات البوتاسيوم الحمضى ١/٢
فوسفات الصوديوم الحمضى ١/٢	كبريتات المغنسيوم ١/٢
كلورور الصوديوم ١/٢	كلورور البوتاسيوم ١/٢

وأضف الى كلا المحلولين بضع نقط من محلول كلورور الحديدك .

٢ — المكونات الجوهرية الأولية في النباتات .

إليك بيانا مختصرا عن العناصر التي هي ضرورية جدا لتغذية النباتات .

(١) الكربون — مكون جوهري للبروتوبلازم ويدخل بكثرة في تركيب الجدران الخلوية وكذا في كثير من الغذاء النباتي المختزن . ومقداره الموجود في النباتات يبلغ في العادة ما بين ٤٠ و ٥٠ في المائة من ثقل المادّة الصلبة

التي فيها . وأكبر جزء منه وارد من ثانى أكسيد الكربون الجوى ولكن فى بعض الأحوال (ولعله فى كلها) قد يؤخذ مقدار ما من الكربون من التربة على صورة مركبات عضوية .

والفطر من النباتات السفلى والحامول (كوسكوتا) والهاالك (أوروبانكى) من النباتات الراقية تحصل على كربونها على صورة مركبات كربونية عضوية من الحيوانات والنباتات الحية أو من البقايا المنحلة من هذه الأعضاء .

(٢) الأيدروحين والأوكسيحين — يوجدان متحدين بالكربون وغيره من العناصر فى البروتوپلازم والجدر الخلوية وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات الموجودة فى النبات . والأيدروحين هو أحد مكونات الماء ويمتص على هذه الصورة من التربة . وما فى المادة الجافة من الأيدروحين يتراوح بين ٥ و ٦ فى المائة .

ومتوسط مقدار الأوكسيحين الموجود فى المادة الجافة من النباتات يتراوح بين ٣٥ و ٤٥ فى المائة . ويمتص من الهواء (الذى يوجد فيه سائبا) فى عملية التنفس ويؤخذ أيضا من التربة فى النترا والسلفات والكربونات والفوسفات .

(٣) النيتروحين — هذا العنصر يدخل فى تركيب البروتيد أو المواد الزلالية والأميدات وغيرها من المواد العضوية التى هى أقل من تلك أهمية . وهو يوجد أيضا فى أملاح النترا غير العضوية التى توجد غالبا بمقادير صغيرة فى العصارة الخلوية من النباتات .

ومقدار النتروحين الموجود هو على الأخص كبير فى بزور النباتات القرنية فهو فى البازلاء بمقدار ٨,٤ فى المائة وفى الفول بمقدار ٥ . وفى الترمس الأصفر بمقدار ٧ . من المادة الجافة . وفى حبوب الغلال النشوية مثل القمح والشعير والذرة يكون مقداره فى العادة أقل من ٢ .

والأجزاء الخضراوية من النباتات القرنية هي في العادة أكثر اشتمالا على نيتروجين منها في النباتات الأخرى فمقداره مثلا في البرسيم المجازي الذي قطع وقت ازهاره يتراوح بين ٢ و ٢ ½ في المائة أما في النجيليات فان مقداره المتوسط يبلغ ١ ¾ في المائة تقريبا من المادة الجافة .

واذا استثنينا النباتات القرنية التي يحصل على أغلب نيتروجينها من النيتروجين الجوي السائب فان النباتات الخضراء تأخذ هذا العنصر من التربة على صورة أملاح نتراتية عادة . وقد أثبت بواسطة المزارع المائية أنها قادرة أيضا على امتصاص النيتروجين الموجود في المركبات النوشادرية واستعماله ولكن لما كانت المركبات النوشادرية اذا ألقيت في الأرض تتحول الى نترات في عملية النترجة (Nitrification) فانه ممكن أن يقال ان النترات هي المصادر الطبيعية المهمة التي يؤخذ منها النيتروجين اللازم للنباتات الخضراء . هذا وأنه وان كان قديين أن أغلب النباتات تستطيع النمو نموا حسنا اذا أمدت بنيتروجين على صورة أملاح نوشادرية كما اذا أمدت بنترات ، فقد وجد العالم مازية أن المحاليل التي تستعمل من الأملاح النوشادرية اذا كانت مركزة بأكثر من نصف جرام في الألف تتلف النباتات .

أما الاضرار التي تنجم عن النترات فلا ترى حتى يشتمل المحلول الذي يهيا للجذور على ٢ في الألف من الماء .

واذا أعطى النيتروجين للنباتات بمقدار كبير فانه يزيد أوراقها ترعرا والسوق نضرة وكذلك الأعضاء الخضراوية . مثل هذه النباتات تكون خضراء قائمة ولا تدل إذ ذاك على استعداد الى توليد أعضاء تناسلية وبزور .

(٤) الفسفور — هو مكون لكثير من المركبات البروتينية وأكثر ما يكون في بروتيد نواة الخلايا النباتية .

وهو فضلا عن أنه يوجد كعنصر مكون للبركبات العضوية يوجد أحيانا على صورة فوسفات غير عضوية . والفسفور يكون مقدارا كبيرا من رماد البزور وبغير اعطاء النبات مقدارا مناسباً من هذا العنصر لا يتم تكون البزور ولا نموها بحالة مرضية ومقدار الفسفور المحتسب كحامض فوسفوريك فى رماد حبوب القمح يتراوح متوسطه بين ٤٥ فى المائة و ٥٠ وفى الفول ٤٠ ٪ وفى رماد الأجزاء الخضراوية يكون مقداره أقل من ذلك جدا فهو فى قش القمح بمقدار ٥ ٪ تقريبا وفى اللفت ٧ ٪ وفى درنات البطاطس ١٧ ٪ .

والفسفور تمتصه النباتات من التربة على صورة فوسفات البوتاسيوم والكالسيوم .

(٥) الكبريت — يدخل الكبريت فى تركيب البروتينات وان كان مقداره إذ ذاك قليلا يندر أن يزيد على ٢ ٪ وهو أحد مكونات "زيت الخردل" الذى يحصل عليه من كثير من النباتات الصليبية ، ويوجد على صورة سلفات غير عضوية ويمتص على هذه الصفة من التربة .

(٦) البوتاسيوم — هذا العنصر يكثر على الأخص فى رماد الأجزاء الحديثة السن من النباتات النامية بتنشط حيث يجرى انقسام الخلايا وقد يكون البوتاسيوم مكونا أساسيا لبروتوبلازم كل أنواع الخلايا . ويوجد أيضا متحدا بحوامض الطرطريك والأوكساليك والماليك وغيرها من الحوامض العضوية وغير العضوية فى العصارة الخلوية . والأنسجة التى تشمل على مقادير كبيرة مخترنة من المواد الكربوايدراتية هى فى العادة غنية بهذا العنصر مثل درنات البطاطس فان ٢,٣ ٪ من مادتها الجافة هو بوتاسا (بوا) ويوجد فى العنب ٣ ٪ منه .

ويؤخذ من التربة على صورة نترات وكلورو وكربونات وكبريتات وفوسفات على الأخص والعمل الذي للبوتاسيوم في حياة النبات غير معروف بالتحقيق على أن أملاحه في رأى العالم "دوفريز" (De Vries) مخصوصة ببقاء حالة الانتفاخ في الخلايا ، وبما أن هذه الحالة ضرورية لنمو النبات فإن في هذا القول شرحا موجزا لما يرى من وفرة هذا العنصر في الأنسجة النامية . وقد لوحظ أن تثبيت الكربون في الأنسجة الخضراء يقف عند فقدان البوتاسيوم ، والغلال والبازلاء التي تزرع بغير مدد كاف من البوتاسيوم تنتج حبوبا وبزورا صغيرة الحجم نحيلة الجسم . ومكانة البوتاسيوم في تدبير النبات لا يمكن أن يشغلها غيره من العناصر التي من الطائفة المتصلة به مثل الصوديوم والليتيوم .

(٧) الكالسيوم — يظهر أن الفطر قادر على الاستغناء عن الكالسيوم ولكنه عنصر أساسي لتكوين النباتات الخضراء وهو يمتص من التربة كنيترات أو فوسفات أو كبريتات .

ويوجد الكالسيوم في الأجزاء الحديثة السن من النباتات عادة بمقادير صغيرة وقد لا يوجد مطلقا في تلك الأجزاء زمنا ما فلا ينشأ عن فقدانه ضرر ظاهر . وأكثر ما يوجد الكالسيوم في الأجزاء الكبيرة السن من النبات كالأوراق النامية النمو والمشرقة على الموت والقشرة والنخاع فيكون على صورة أملاح عضوية وغير عضوية ولا سيما الأكسالات منها والكربونات ومقدار الجير (كل ١) الموجود في رماد قش الشعير والقمح هو في العادة ٧ ٪ .

هذا والبوادر وإن كانت تستمر في النمو مدة شهر أو شهرين بغير كالسيوم فإنها تلوح ضئيلة وتبدو عليها علائم ضعف الصبغة . فإذا استمر في منع الكالسيوم عنها ماتت . والكالسيوم كبعض العناصر الأساسية شأن متعدد الوجوه في التغذية النباتية .

وحمض الاكساليك وأملاح الاكسالات القابلة للذوبان تتكون فى بعض النباتات. واذا وجدت بزيادة خفيفة أضرت بالنواة وغيرها من محتويات الخلية، ولكن اجتماع هذين وفعلهما السام اذا وجدت الأملاح الكلسيومية يمنع بتكون اكسالات الكلسيوم غير القابل للذوبان .

والكلسيوم على كل حال لا يستعمل كله لمعادلة الحامض الأوكساليك اذ يوجد كثير من النباتات خال من الحامض الأوكساليك بتاتا ولكن وجد أن مثل هذه النباتات لا تزال تحتاج الى هذا العنصر لتمام نموها .

أما فرض أن أوكسالات الكلسيوم هو حاصل حثالى (Waste) فلا يظهر أنه فرض صحيح فى كل حالة اذ يوجد ما يدل على أنه قد يذوب ثانيا ويستعمل كمخزن من الكلسيوم .

(٨) المغنسيوم — يوجد فى رماد كل أجزاء النبات ولا سيما فى رماد البزور ويشتمل رماد حبوب القمح على ١٢ ٪ تقريبا من المغنيسيا (مغ ١) . أما رماد القش والأجزاء الخضرية (Vegetative) فتشتمل على أقل من ٢ ٪ . ويؤخذ المغنسيوم من التربة ككربونات وكبريتات على الأخص ولكن فائدته للنبات لا تزال غامضة .

(٩) الحديد — مقدار الحديد الموجود فى النباتات الخضراء هو فى العادة قليل يندر أنه يزيد على ٠,٢ ٪ من الرماد . على أنه ضرورى جدا لتغذيتها إذ لا يمكن بغيره أن يتكون الغضير أى الكلوروفيل . ويوجد فى البزور مقدار كاف من الحديد لإنتاج مقدار ما من الغضير، ولذلك فإن بضع الأوراق الأولى التى تنمو فى محاليل مزرعية خالية من الحديد تكون خضراء بسبب ذلك . فأما الأوراق التى تلو هذه فتكون باهتة اللون وغير قادرة على استعمال الكربون .

٣ — غير الجوهرى من المكونات الأولى للنبات — من العناصر ما قد

يوجد في النباتات وجودا نادرا غير طبيعي فلا يحتاج أمره والحالة هذه الى الذكر . ومنها ما ان كان غير جوهري لنمو النباتات الخضراء — كالسليكون والصوديوم والكالورين — يرى في رمادها . فهو جدير أن يلم به باختصار .

والنباتات الصحيحة البنية وان استطاعت أن تنمو مع فقدان كثير من العناصر التي تشاهد في رماد النبات فان تلك العناصر التي تسمى ”مكونات غير جوهريّة“ قد تكون فائدتها تنبيه أو تقليل حركة الوظائف التي تقوم بها النباتات فالسليكون يكثر على الأخص في الجدر الخلوية من الأجزاء الخارجية من السوق والأوراق من الشعير ، والقمح والنجيليات على الاجمال . ويشتمل أكثر من $\frac{1}{4}$ - رماد الغلال على سليكا وكان يظن أن تراكم السليكون في الجدر الخلوية يسبب صلابة القش التام النمو وكان رقود محاصيل الغلال يعزى الى فقدان ذلك المركب منها على أن هذا الرقود مسبب على الأخص من قلة النور المناسب لنموها الطبيعي . وقد زرعت الذرة وغيرها من الغلال في مزارع مائية بغير وجود السليكون فكانت قوية القش تامة النمو، وزد على ذلك أن التحليل قد أظهر أن القش في النباتات ذات المحاصيل الراقدة يشتمل في العادة على سليكون أكثر من قش النباتات القاتمة السوق وأنه أهدس منها .

وقد أمكن العالم ”جودين“ (Jodin) أن يزرع أربع نسائل من الذرة من غير سليكون . ويمتص السليكون من التربة على صورة سلكات قابلة للذوبان ويظهر أن قواعدها التي تتصل بها ينتفع بها في عمليات التغذية .

ويوجد الصوديوم على صورة كلورور شائعا في كل النباتات وأكثر مقدار منه تمتصه النباتات الهلوفيتية (Halophytic) التي تكثر في المستنقعات

المالحة بالقرب من شواطئ البحار أو في الأراضي المجاورة للبحيرات حيث يكون الملح أكثر مما تحتمله النباتات العادية .

وكثير من النباتات الهلوفيتية مثل الجلاسورتس (Glassworts) (ليكورنيا هرباشياسا) والسولتورت (Saltwort) (سالسولا كالى) والبنجر وأنواع نبات الأتريبلكس (Atriplex) تتبع فصيلة الـ (Chenopodeacea) . وكثير من أنواع الفصيلة الصليبية مثل الكرنب إنما هو نسل من رتبة الهلوفيت . والهلون هو مثل آخر من الرتبة المذكورة .

وقد دلت التجارب المزرعية على أنه يمكن زرع أخص أنواع الهلوفيت بلا ملح على أنها إذا امتدت بالملح لاحت في مظهر مخالف لحالتها الأولى وكانت لها صفات فيسيولوجية مخالفة للنباتات المحرومة من هذا المركب . والأعضاء الخضراوية تصبح تحت تأثير وفرة الملح أسمن وأكثر لحمًا وأزيد عصارة وأقل عرقًا منها إذا هي زرعت بغير ملح كثير .

والعادة في النباتات التي كالغلال وغيرها مما لا يزرع عادة بالقرب من البحر أن تقتلها المحاليل التي تشتمل على أكثر من ١ أو $\frac{1}{4}$ في المائة من الملح . أما بنجر البحر وبهض أنواع الأتريبلكس فلا تتلفها المحاليل التي تشتمل على ٣ أو ٤ في المائة من الملح .

الفصل الثالث عشر

الانتشار الغشائي (Osmosis) — امتصاص الماء

الانتشار الغشائي — اذا ربطت مثانة ملئت بمحلول سكرى من فتحتها بخيط ثم وضعت في إناء مليء ماء نقيا وجد أن مقدارا عظيما من هذا الماء يمر مسرعا الى باطن المثانة من جدرانها بالرغم من أنه لا ترى فتحات يكون الماء قد نفذ منها .

وتظهر نتيجة انتقال الماء الى الباطن في الضغط الذي يحدث داخل المثانة وظهور التمدد فيها شيئا فشيئا كما يحدث لو أكره فيها الماء أو الهواء بطريقة ميكانيكية . ويتوقف مقدار الضغط الباطني المحدث تحت هذه الظروف على مقدار السكر المذوب في المحلول السكرى، وعلى درجة الحرارة التي تجري فيها التجربة أيضا . فاذا كان المحلول مركزا حدث ضغط أعظم منه اذا استعمل محلول غير مركز واذا كانت درجة الحرارة عالية كان الضغط أشد منه اذا كان المحلول على درجة واطئة .

ويرى مثل هذا الضغط الباطني المؤدى الى تمدد المثانة اذا استعيض عن محلول السكر بحاليل من نترات البوتاسيوم وكبريتات النحاس وغيرهما من المواد . فلكل من هذه المركبات القابلة للذوبان قدرة مختلفة عن غيرها في جذب الماء من خلال جدران المثانة . والضغط المحدث من محلول يشتمل على واحد في المائة من السكر ليس كالذى يحدث من محلول من نترات البوتاسا .

ويرى في هذه التجارب أن المثانة على مرور الماء الى باطنها من خلال الجدران تخرج من السكر الذائب فيها أو المركبات القابلة للذوبان المستعملة

مقدارا ما الى الماء الذى فى الاناء . ويلاحظ أن عملية الانتشار أو مرور المواد الذائبة تستمر خلال الغشاء حتى تصبح نسبة المحلول المئذية أو تركيبيه ، أو واحدة فى الداخل والخارج .

على أن فى الأغشية ما يسمح للماء بالتسرب منه ولا يسمح بذلك للسكر وغيره من المركبات الذائبة .

فانتشار أو مرور السوائل ومحاليل المواد من الأغشية التى لا ترى بها فتحات يسمى "الاسموز" أو "الانتشار الغشائى" . والضغط المحدث فى داخل الغشاءات القابلة لنفوذ الماء منها يسمى "الضغط الانتشارى" وقد يطلق على المواد الذائبة التى يتوقف عليها الضغط مبدئيا "المواد الانتشارية" .

وتصبح المثانة أو غيرها من الكيانات الممتدة بواسطة الضغط الانتشارى قوية أو مكتنزة لارخوة خرعة وتسمى فى هذه الحالة "متنفخة" ويوجد فى العصارة الخلوية من خلايا النبات الحية مواد انتشارية مثل السكريات والأملاح المختلفة وتلك لها قوة جذب الماء الى الداخل وإذا غمست الخلايا النباتية فى ماء نقي أصبحت متنفخة .

وتمتد الخلايا بواسطة الضغط الانتشارى فى كل أجزاء النباتات الحية التى تمتد بالماء الكافى ولا سيما فى تلك الجهات التى يكون النمو فيها مستمرا . وهذه الحالة الانتفاخية (Turgidity) هى سبب المرونة والاكتمال الذين يشاهدان فى الأنسجة البرنشيمية الحية الرقيقة الجدران من الأوراق ومن النقط النامية وغيرها من الأجزاء اللطيفة البنية من النبات .

ويبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصغيرة السن المتنفخة فى العادة خمسة أجواء أو عشرة وبسلطته يكره السيتوبلازم خارجا حتى يتصل بالجدران .

الخلوية في كل النقط . وهنالك يصبح الجدار الخلوى ممتطا حتى تساوى قوة التمدد (Elastic Recoil) الضغط الخارجى ، وقد يكون الضغط المحدث فى خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية فى العصارة الخلوية (فى فصل البلل حين يكثر وصول الماء الى الخلايا) كافيا لتمزق الجدر الخلوية فتنشق الثمار .

على أن الخواص الانتشارية للخلية النباتية ليست كذلك التى لمثانة ملائى من محلول سكرى إذ فى كثير من الأحوال لا تسمح الخلايا المشتملة على سكر أو غيره من المواد بمرور هذه المواد الى الماء الذى قد تغمس فيه الخلايا . وظاهر أن وجود أقل قابلية للنفاذ فى المواد التى ينسب اليها الانتفاخ قد يجعل بقاء أى نبات مائى مغموس فى الماء مستحيلا . وكذا يصبح صعبا اجتماع السكر وبقاؤه هو وغيره من المواد فى جذور البنجر وأشباهه من النباتات التى تنمو فى الأراضى الرطبة اذا كان البروتوبلازم وجدر الخلايا الخارجية قابلة لنفاذ هذه المزيكات .

ولا بد لأى مادة تمر من أوالى الخلية النباتية الحية من أن تنفذ فى كلا الجدار الخلوى وبطانة السيتوبلازم الرقيقة . وفى حين أن الماء النقى يجد مسلكا سهلا فى كلا الغشائين فالغالب أن السيتوبلازم إما أن يكون غير قابل مطلقا لنفاذ المواد التى تخترق الجدار الخلوى بسهولة أو قابلا لنفاذها بدرجة تختلف باختلاف نوع المواد . وفضلا عن ذلك فان قابلية نفاذ المواد فى السيتوبلازم ليست سواء فى كل وقت .

واذا غمست خلية متفخة فى محلول من مادة اجتذابها للماء أكثر من اجتذابها للمواد الذائبة فى عصارتها الخلوية انسرب منها مقدار ما من مائها ونقص الضغط الانتشارى بذلك ثم صغر حجم الخلية وطرئت وارتخت .

فأما إذا لم تفسد حيوية السيتوبلازم واستمرت حركة المحلول الانتشارية فإنه يؤخذ ماء أكثر من الفجوة ولكن يتكش السيتوبلازم مبعدا عن جدار الخلية ويأخذ شكل كرة فارغة في مركز تجويف الخلية بدلا من بقائه ملتصقا بالجدار الخلوى وترخيصه للمحلول بالنفوذ الى الفجوة. وتوصف الخلية فى تلك الحالة بأنها مبلزمة (Plasmolysed) أى حدث فيها فقدان مَادى . وتصبح المسافة الحادثة بين الجدار الخلوى وبين السيتوبلازم المتكش محتملة بمحلول كان قد نفذ الى الداخل من الجدار الخلوى وحده دون السيتوبلازم الحى . وفضلا عن ذلك فإن المواد الانتشارية الذائبة فى العصارة لا تسير الى الخارج فى مادة السيتوبلازم. والخلايا المبلزمة بهذه الطريقة تستعيد حالتها الانتفاخية إذا هى وضعت فى ماء نقي . هنا تنتشر المواد التى سببت التبلزم والتى كانت قد مرت خلال الجدار الخلوى. ويكون انتشارها الى الخارج ثم يعود الماء فيدخل الفجوة حتى يصبح السيتوبلازم مكرها على ملاصقة الجدار الخلوى .

إذا قطعت ورقة أو فرع عليه أوراق من نبات ما وترك معرضا للهواء انطلق الماء من الخلايا على عجل على حالة بخار ونقص انتفاخ الخلايا سريعا وعلى ذلك فالأوراق بدلا من بقاء مرونتها ومئاتها تصبح رخوة غير قادرة على النهوض بنفسها نهوضا طبيعيا . وهذه الرخاوة فى الأجزاء الذائبة من النباتات إنما تحدث من فقد الماء من الخلايا اذ تنقص به حالة الانتفاخ وان لم تكن الظروف التى تؤدى الى فقد الماء واحدة فى كل الأحوال .

وإذا كان فقدان الماء من فرع مقطوع لم يبلغ حدًا بعيدا وكان السيتوبلازم لا يزال حيا أمكن أن تعاد حالة انتفاخ الخلايا الى ما كانت عليه بواسطة وضع طرف الساق فى الماء أو باكره الماء فى الفرع الذابل على نحو ما هو مبين فى (تج ٩٨) .

وظاهر من الملاحظات والتجارب الواسعة أن مرور أى مادة فى حالة محلول من الخلية أو اليها إنما يضبطه السيتوبلازم إذ أن ظاهرات الانتفاخ وغيره من الخواص الانتشارية تبطل إذا أصاب الموت مادة السيتوبلازم هذه.

تج ٩٢ : انشر قطعة مبللة من مئانة على فوهة زجاجة مصباح ثم اربطها على رقبتها بخيط ثم املا حوالى م/١ الزجاجة بمحلول مشبع من السكر ثم علقها فى اناء مملوء ماء بحيث يكون المحلول السكرى الذى فى الزجاجة على سميت سطح الماء الخارجى . دعها كذلك بضع ساعات . ثم لاحظ أن الماء ينفذ من خلال المئانة الى محلول السكر ويرفع سمته .

تج ٩٣ : أعد التجربة السابقة واستعمل محلولاً من سلفات النحاس أو من بيكر ومات البوتاسيوم . أنظر هل يمر هذا أو ذاك الى الخارج ويتون الماء الذى فى الاناء أم لا ؟

تج ٩٤ : اقطع بعض شرائح سمكها ١/٤ بوصة من البنجر واغسلها بماء مقطر ثم ضع :

(١) بعضها فى اناء فيه ماء مقطر .

(٢) وبعضها أولاً فى ماء غالى مدة دقيقة أو اثنتين لقتل سيتوبلازم الخلايا ثم اقلها الى اناء فيه ماء مقطر ودعها فى الاناء أربع ساعات . ثم خذ مقداراً قليلاً من الماء من كل اناء وابحث عن وجود السكر بغلى هذا المقدار مع نقطة أو نقطتين من الحامض الايدروكلوريك وإضافة محلول فلهنج بعد ذلك (أنظر تج ٧٤) .

تج ٩٥ : اقطع قطاعاً عرضياً من جزء من البنجر . واغسله أولاً بماء فى غطاء ساعة ثم ضعه فى الماء وافحصه بالشيئية الضعيفة من الميكروسكوب .

(١) لاحظ وجود العصارة الخلوية الحمراء فى الخلايا التى لم يصيبها الأذى . ولاحظ أنها لا تتسرب الى الماء .

(٢) دع بضع قطرات من محلول من الملح العادى بنسبة ٤ ٪ تمر تحت الغطاء الشبى ولاحظ أنه عند نفوذ المحلول الملحي القديم اللون الى الخلايا تبدئ عملية التبلزم (Plasmolysis) ويتراجع السيتوبلازم عن الجدر الخلوية . لاحظ أن الماء وان انسحب من خلال السيتوبلازم لا يسمح للمادة الملونة الموجودة فى العصارة الخلوية بالانتشار الى الخارج وذلك مشاهد فى أن محلول الملح الذى يمر الى الداخل من خلال الجدر الخلوية يبقى غير ملون .

(٣) ارفع الغطاء الشبى عندما تبلزم الخلايا ثم اغسل المحلول الملحى عنها بأن تنقع القطاع ثانية أو اثنتين فى ماء نقي ثم أعد وضعها بعدئذ فى الماء .

افحصها بمكروسكوب ولاحظ أن السيتوبلازم يستعيد موقعه الأصلي بالتدرج فى ملاصقة الجدار الخلوية .

٩٦ : اقطع قطاعا مشابها للسابق من قطعة بنجر ثم اغمرها لحظة فى كتول مethylated spirit) لقتل سيتوبلازم الخلايا . ثم اغسلها بسرعة وثبتها فى الماء ولاحظ أن العصارة الخلوية القرنفلية تنتشر الآن الى الخارج فى الماء المحيط .

٩٧ : اضبط مقاس أجزاء طولها بوصتان أو ثلاثة من الجذور الأولية الصغيرة السن من الفول أو البازلاء ومن غيرها من الأجزاء المتفتحة من النباتات . ضعها فى محلول ملحى بنسبة ١٠ ٪ لمدة ست ساعات أو سبع ثم خذ مقاسها بعد ذلك ولاحظ تكش الأجزاء وارتخاءها الناجمين عن فقدان انتفاخ الخلايا .

٩٨ : اقطع فرخ طرطوة واتركه يذبل فى غرفة عادية مدة ساعة ثم لاحظ حالة الرهل والاسترخاء (Limpness) التى تصيب أوراقه بعد ذلك وبعد قطع نصف بوصة من الساق أوصله بأنبوبة زجاجية منحنية بواسطة قطعة من أنبوبة مطاط (ر) كما فى شكل ٧٣ ثم اربط أنبوبة المطاط الى الأنبوبة الزجاجية ربط محكما والى الساق ثم املا بعض الأنبوبة الزجاجية بالماء واحرص أن يبقى الهواء بين طرف الساق والماء ثم صب زيتا حتى يصبح السم فى الطرف الخالص من الأنبوبة الزجاجية أعلى بكثير مما هو فى الآخر (ب) ؛ هنا يكره ضغط الزيت الماء (ا) فى الفرخ وسرعان ما تبدأ الأوراق فى استعادة موضعها وصلابتها .

٢ — امتصاص الماء — يكون الماء فى كل النباتات النشطة النمو أكثر من نصف مجموع وزنها . فهو يشبع مادة البروتوبلازم الحية والجدار الخلوية ثم هو أهم مكونات العصارة الخلوية .

تستخدم النباتات الماء للابقاء على حالة الانتفاخ فى خلاياها وتستعمل مقدارا قليلا منه كمادة غذائية بل هو أيضا عظيم الأهمية لاذابة مواد الغذاء المختلفة الموجودة فى النبات وحملها الى مختلف الأعضاء المتطلبة التغذية .



(شكل ٧٣)

فضلا عن أن امتصاص الماء هو الوسيلة الوحيدة التي يحصل بها النبات على مواد الزاد الجوهريّة التي تستمد من التربة . إذ أنه لا يمكن أن تجد هذه المكونات اللازمة سبيلا الى الدخول في النباتات حتى تكون ذائبة فأما الجزئيات الصلبة من الأسمدة أو غيرها من مركبات التربة مهما صغرت فلا تأخذها النباتات .

ويدخل الماء وما تمتصه النباتات من المركبات الذائبة جسم النباتات بواسطة الانتشار الغشائي وعلى ذلك فلا تستطيع الدخول إلا من خلال أعضاء جذورها الخلوية الخارجية غير مشتملة على كيوتين أو سوبرين (Cutin or Suberin) ويحدث امتصاص الماء وامتصاص المواد الزائدة الذائبة أثناء حياة النبات الحقلّي أو البستاني العادي في وقت واحد بالضرورة على أنه قد تعد كل منها ظاهرة مباينة للأخرى .

وقد تناولنا البحث في طبيعة المواد الذائبة التي تمتصها النباتات وفي الشروط التي تضبط امتصاصها في الفصل الثاني عشر والخامس عشر فيحسن بنا ههنا أن نتناول بحث امتصاص الماء وحده .

ان النباتات التي تعيش مغمورة غمرا تاما في البحر والبرك والأنهار يندر أن يكون لها أديم تام النمو وهي تستمد الماء من خلال سطوح سوقها وأوراقها . وكذا من خلال جذورها . أما مغلات الحقول والبساتين وكل النباتات الأرضية العادية فتمتص كل ما يلزمها من الماء من التربة بواسطة جذورها فقط .

وإذا ترك الماء في تربة أص (قصريّة) زرع فيه نبات ما فجف الماء أخذ النبات في التنكيس والذبول ولا يمكن أن يستعيد النبات سيرته الأولى تماما بأي مقدار من الماء يكره فيه بالحقن بل ولا بغمس الأوراق والسوق

في الماء مادامت التربة باقية جافة . وفي التربة الصالحة الجيدة الصرف يتزل المقدار الأكبر من المطر الذي يسقط عليها متخللاً أجزاءها حتى يصل الى التربة (Subsoil) ولكن يبقى مقدار منه في التربة على شكل طبقات من الماء رقيقة أو غير رقيقة تحيط كل جزئ صلب من الجزيئات التي تتكون منها التربة .

في مثل هذه التربة يبقى بعض الماء في المسافات الدقيقة الموجودة بين جزيئاتها و يصعد مقدار منه من التربة بواسطة الامتصاص الشعري (Capillarity) الى هذه المسافات في الطبقات العليا من التربة . والترب الصالحة الجيدة الصرف ، وهي تستبقى مقدارا مناسباً من الماء ، تسمح بنفوذ الهواء ودورانه في باطنها بسهولة إلا حيث تكون التربة غدقة بالماء "مطبله" (Water logged) غير موافقة لنمو المغلات الحقلية والبستانية العادية فان كل المسافات بين الجزيئات المركبة لها تمتلأ بالماء وتطرد الهواء .

بعد ظهور الجذر الابتدائي من البزرة تنشأ جذور ثانوية منه على عجل ومن هذه تخرج جذور أخرى فتصبح التربة مختزقة في كل الجهات يجذيرات دقيقة تبدر على أطرافها شعيرات جذرية كثيرة العدد . وتأخذ الجذيرات النامية طريقها اندفاعاً في الشقوق الصغرى الموجودة في التربة فتتصل الشعيرات الجذرية بالجزيئات الصغرى من التربة وبطبقات الماء الرقيقة المحيطة بهذه الجزيئات اتصالاً تاماً .

وقد كان يظن أن امتصاص الماء إنما يحدث بواسطة القلنسوات الجذرية التي تسمى "الاسفنجيات" (Spongioles) ولكن دلت التجارب على أن النباتات قادرة على امتصاص كل الماء الذي تحتاجه اذا كانت القلنسوات

الجذرية معرضة للهواء أو كانت قد تلفت مادام سائر الأجزاء الحديثة السن من الجذور متصلة بالماء .

وقد أثبت بواسطة التجارب أن امتصاص الماء إنما يحدث فقط خلال الشعيرات الجذرية وأحدث الأجزاء الموجودة في جوار الشعيرات الجذرية . أما في الأجزاء التي تليها في السن وهي التي قد حفيت عنها الشعيرات وتغطت بنسيج من الخلايا القلية فلا يستطيع الماء النفوذ منها .

جدران الشعيرات الجذرية تتكون من سلولوز عادي غير مكوتن (Uncutinized) يمر منه الماء بسهولة ويسبب وجود مواد انتشارية في العصارة الخلوية داخل الشعيرات تجذب الماء الذي تتصل به .

وبعد قيام الشعيرات الجذرية بعملها مدة قصيرة تذبل وتموت ولكن قبل حدوث هذا تظهر مجموعة جديدة من الشعيرات تنشأ على الجذيرات الآخذة في الامتداد .

وأكبر نمو في الشعيرات يحدث على الجذور التي يسمح لها بالنمو في هواء رطب أو في تربة معتدلة الجفاف وإذا كانت الجذور كلها مغموسة في الماء لم توجد في العادة شعيرات جذرية . إذ أن الامتصاص في هذه الجذور إنما يحصل بواسطة الخلايا السطحية غير الممتدة من الطبقة الشعرية إذ لا حاجة إذ ذاك لامتداد هذه الخلايا لتكون شعيرات طويلة .

في الأراضي الشديدة الجفاف يضعف نمو الشعيرات أو يمتنع .

ونظرا لدقة طبيعة الشعيرات الجذرية لا يمكن إزالة نبات ما من الأرض بغير فصل اتصال الشعيرات بالجزيئات الدقيقة من التربة واتلاف كثير منها اتلافا مؤبدا . فالنباتات المشتولة تتأذى تبعا لذلك من الظمأ حتى تبدر شعيرات أخرى على الجذيرات .

وفى بعض النباتات لا تتكون الجذور والشعيرات الجذرية بسرعة وعلى ذلك. فلا يمكن شتل مثل هذه النباتات . فاذا نقلت أشجار أو غيرها من النباتات فالواجب وقاية أصغر الجذيرات اذ يسهل منها خروج شعيرات جذرية جديدة . ويجب بعد شتل النباتات العشبية تجنب تعريضها لجو جاف أو لضوء شديد مدة ما أو لغير ذلك من المؤثرات التى تدعو الى فقد الماء من الأوراق بواسطة التبخر ما أمكن ذلك (أنظر فصل ١٤) .

والامتصاص الانتشارى للماء بواسطة الشعيرات الجذرية إنما يحدث اذا تيسرت لها الشروط الآتية :

(١) درجة معلومة من الدفء فى الترب المجاورة .

(٢) التعرض للهواء الطازج .

(٣) مقدار مناسب من الماء .

أنواع الكرب وغيره من النباتات قادرة على امتصاص مقادير كبيرة من الماء عند درجة التجمد ولكن اذا كان الماء على درجة تحت تلك كما يحدث فى شتاء بعض الأقاليم الباردة فان الامتصاص يقف أو يتقص جدا ولا يعود سيرته الأولى إلا على عودة الدفء فى الربيع فحينئذ يبدو التنشط فى الجذور . ولذلك كان سقى جذور نباتات المنطقة الحارة ونصف الحارة وكذا سقى ما يزرع فى أصص موضوعة فى البيوت الحارة (التي تصنع لها فى البلاد الباردة) بمياه الآبار سببا فى عوق قوتها الامتصاصية بتخفيض درجة حرارتها تخفيضا كبيرا .

وقد أبان العالم سانش أن امتصاص نبات التبغ للماء على درجة ٤ أو ٥ مثنية كان من القلة بحيث اعتوره الذبول بالرغم من أن جذور النبات كانت معرضة لفيض من الماء .

ودرجة الحرارة في الأراضي المصروفة صرفا كاملا هي تبعا لوجود مقدار كبير من الماء الذي يحتاج الى كثير من الحرارة لتدفئته أقل في العادة من الدرجة التي تؤدي فيها جذور النباتات الحقلية والبستانية وظيفتها أحسن أداء وزد على ذلك أن هذه التربة لا تسمح بدوران الهواء الطازج في باطنها فتعاق عملية التنفس التي يجريها پروتوبلازم الشعيرات الجذرية الحية .

واذا لم يدخل مقدار مناسب من الأوكسيجين أو اذا وجد في التربة مقدار كبير من ثاني أكسيد الكربون تتكون مركبات سامة في باطن الجذور بسبب سوء التنفس تؤدي الى ضعف صحة النباتات . وكذا الأمر في النباتات التي تزرع في الأصص فانها اذا أفرط ريها ظهرت عليها علامة أذى من قبيل ذاك .

وتموت الجذور أو تنمو نموا سيئا اذا نقلت نباتاتها ووضعت في التربة الى عمق بعيد . والشعيرات الجذرية وان كانت تسير حتى تتصل بجزئيات الأرض اتصالا كليا وكانت مهتمة خصيصا باستعمال الطبقات المائية الرقيقة التي تحيط بهذه الجزئيات لا تستطيع أن تسحب كل الماء الذي تستطيع الأرض استبقائه . واذا تركت التربة للجفاف أخذت النباتات النامية فيها في الذبول بمجرد نقص الماء عن مقدار معلوم يختلف باختلاف تركيب التربة . فقد وجد أن نباتات الفول والتبغ والخيار تذبل وتموت في الأراضي البستانية الجيدة التي تشمل على ١٢ الى ١٥ في المائة من الماء وفي الأراضي الصفراء التي تشمل على ٨ في المائة .

تج ٩٩ : ازرع فولة في أصص مليء من تربة رملية وأخرى في أصص مليء من تربة البستان . فاذا نما النباتان وأخرج كل منهما ورقات أربعة تأمة النمو فدع التربة تجف . وعند موت النباتين استخرج التربة من كل أصص وابحث عن نسبة ما بقي فيها من الماء . وللقيام بهذا زن طبقا من الصيني ثم ضع فيه مقدارا قليلا من التربة وزنه بعد ذلك . فالفرق يكون وزن التربة . ضع الطبق بما فيه من التربة في فرن مائي ليحفظ الماء واتركه كذلك خمس ساعات أو مستأثم اذا برد فزنه ، فالنقص الحادث في الوزن هو مقدار الماء المتبخر من مقدار التربة المأخوذة فاحسب من هذه الأوزان نسبة ما فقد من الماء في المائة .

تج ١٠٠ : انتخب ثلاث بوادر من نبات الكرنب تكون كلها بحجم واحد ما أمكن واقطع واحدة منها مع الحرص الزائد بما علق عليها من التربة حتى يكون الأذى الذى يصيب الجذور قليلا ، ما أمكن فأما الثانية فخذها واقض عنها كل ما عليها من التراب ، فأما الثالثة فبعد أن تنفض عن جذورها ترابها كله فانزع عنها أدق جذيراتها . ثم ازرع الثلاثة جميعها وراقب أحوال النمو فى الأيام العشر التى تلى يوم الزرع .

٣ — الضغط التسرى (Exudation Pressure). الضغط الجذرى —
 “ادماء النباتات” يمر الماء بواسطة الانتشار الغشائى بعد إذ امتصته الشعيرات الجذرية من التربة الى خلايا القشرة البرنشيمية المجاورة (ق ٦ ٢٠ . شكل ٦٢) ثم تمتصه الخلايا القشرية بعضها عن بعض حتى تنتفخ كلها انتفاخا عظيما ثم تليقها فى ذلك الانتفاخ الخلايا البرنشيمية الموجودة فى باطن اسطوانة الجذر الوعائية . فاذا بلغ الضغط درجة معلومة داخل أبعد الخلايا البرنشيمية الداخلة المتاخمة للاشرطة الزيلية (الخشبية) (ز ٢٠٠ . شكل ٦٢) أصبح پروتوبلازم الخلايا قابلا لنفوذ الماء من خلاله وأكره جزء من العصارة الخلوية الذى به فى فراغات الأوعية والقصبية المتصلة بالخلايا ويسمى الضغط المحدث بواسطة خلايا القشرة البرنشيمية المتفخة وخلايا النسيج الأساسى الموجود داخل اسطوانة الجذر الوعائية “بالضغط الجذرى” .

وتصبح الأوعية وقصبية الحزم الوعائية تحت هذا الضغط ملأى بالماء وعند قطع ساق شجرة فى الربيع بعد إذ تكون الجذور قد ابتدأت فى عملها الامتصاصى وقبل تفتح البراعم ، يكره الماء على الخروج من الطرف المقطوع من الجذلى الذى لا يزال متصلا بالجذر بمقادير كبيرة أو صغيرة ويسمى خروج الماء من النباتات التى قطعت “بالادماء” . وليس السائل الذى يكره على الخروج من نبات مدمأ ماء نقيا ولكنه محلول يشتمل على مقادير قليلة من مواد شتى مثل الكربوهيدرات القابلة للذوبان والحوامض والأملاح العضوية

وغير العضوية والبروتينات. ويشتمل السائل الخارج من شجرة الاسفندان السكرى (Sugar maple) على ثلاثة في المائة من السكر وهذا يستخرج من السائل في بعض بقاع الدنيا وينتفع به كذلك .

وفي الكروم وغيرها من الأشجار قد يستمر الادماء بضعة أيام يترشح في أثنائها بضع لترات من العصارة .

وبوصل مانومتر مناسب (أى مقاس ضغط) الى جذل ساق دامية يمكن معرفة مقدار الضغط الذى أكرهت به العصارة على الخروج . ويبلغ مقدار هذا الضغط فى الكرم أكثر من جو واحد أى أنه يكفى لرفع عمود من الزئبق طوله ٧٦٠ ملليمتر .

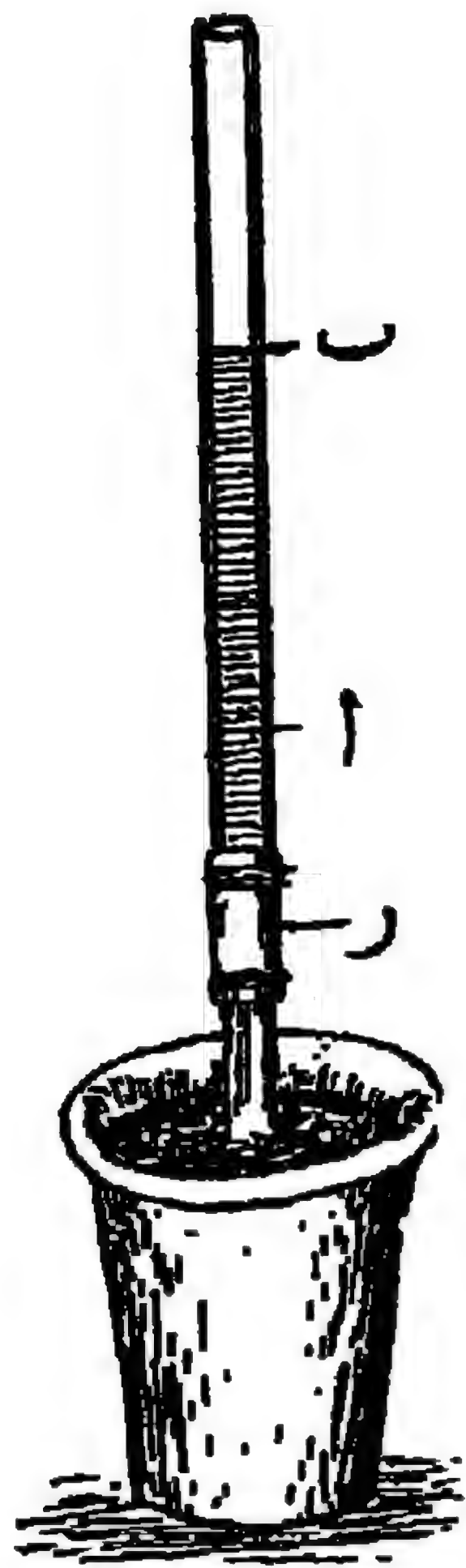
وقد وجد أن الضغط الجذرى لنبات القريص (Nettle) كاف لموازنة عمود من الزئبق طوله ٤٦٠ ملليمتر وظواهر الضغط الجذرى والادماء تظهر ظهورا بينا فى المعمرات الخشبية مثل الكرم فى الربيع وأوائل الصيف حيال وقت تفتح البراعم . فى هذا الفصل تساعد حرارة التربة الجذور على الامتصاص الشديد ولا يجد الماء المأخوذ مخرجا فتصبح أوعية الخشب الحديث وقصبياته فى النبات جميعه مفعمة بالماء فاذا حز فى الساق سال الماء وانطلق . على أنه فى الصيف عند ما تكون الأوراق ممتدة والماء ممتصا بواسطة الجذور ومكرها فى الاسطوانة الوعائية يسير الماء فى الساق ثم يدخل فى الأوراق حيث ينطلق فى الهواء على صورة بخار كما سيمر عليك فى الفصل التالى . وسرعة فقد الماء من الأوراق ينتهى بزوال مقادير كبيرة من الماء من فراغات الأوعية والقصبيات ثم ترى هذه الأجزاء الخشبية مشتملة على مقادير عظيمة من الهواء ومن الماء أيضا . والنباتات التى تقطع فى هذا الوقت لاتدمى .

وفضلا عن ذلك فإن تبخر الماء من الأوراق يستمر بسرعة يبلغ من فرطها أنه يحدث منها فراغ جزئى يسبب ضغطا سلبيا فى الجهاز الوعائى من النباتات . ففى مثل هذه الظروف يرى أن الجزل (Stump) المقطوع المتصل بالجذر يمتص كل ما يعطى اليه من الماء بدل أن يندفع منه الماء بقوة عظيمة ولا يعود الضغط الجذرى الموجب حتى يصبح الجزل مشبعا بالماء .

وليس الضغط الجذرى والادماء مقصورين على الأشجار والشجيرات ولكنه ملاحظ لدرجة ما فى كثير من النباتات حينما يعاق تبخر الماء من الأوراق أو يمنع فيرى فى كثير من النباتات العشبية مثل البطاطس والتبغ والداليا والذرة كما يرى فى النباتات الخشبية الساق وأكبر ما تكون قوة الضغط الجذرى بعد الظهر وأصغر ما تكون فى باكورة الصباح . وهذه القوة تتأثر كغيرها من العمليات الحيوية بالظروف الخارجية فازدياد درجة حرارة التربة تزيد هذه القوة . على أن الضغط الذى يحدثه التنشط الانتشارى الغشائى فى الخلايا البرنشيمية القشرية ومثلها من الأجزاء الأخرى فى الجذر والساق وإن كان غير كاف لدفع الماء الى قمة الأشجار العالية فإنه يدخل الماء الى المجارى الموصلة ويساعد على سرعة تنقل الماء فى كل الأنسجة الوعائية من النبات .

وإذا ساعد دفء التربة على التنشط الامتصاصى فى جذر النبات وقل فى نفس الوقت فقد الماء على صورة بخار من الورق أو منع بسبب وجود جو رطب يصبح النبات مشبعا بالماء فيخرج الماء من أطراف الأوراق وحوافها على صورة قط كثيرا ما زعمها الناس ندى . وترى هذه النقط أحيانا فى الصباح الأبدى على الأطراف والحواف من أوراق فصيلة التروبيولم (Tropaeolum) وأوراق القمح وكثير غيره من النباتات .

أمام صفة ١٧٤



(شكل ٧٤)

وادماء السوق المقطوعة وتسرب نقط الماء من النباتات غير المقطوعة لا يتسبب كله عن الضغط الانتشاري في خلايا الجذر ولكنه راجع لدرجة ما الى الخلايا البرنشيمية من الورقة والأشعة النخاعية و برنشيمة الزيلم من السوق إذ أن الادماء من الطرف المقطوع من ساق مورق غير متصل بالجذر يمكن أن يحدث أحيانا بنمىس أوراقها الصغيرة السن السهلة التبلل وكذا غمىس الساق فى الماء غمىسا تاما . والضغط الانتشارى ، الذى يحدث فى ادماء النباتات ، إذا هى قطعت ، أو انطلاق نقط الماء مدفوعة من الأوراق وغيرها من الأجزاء ، هو ظاهرة عامة تلاحظ بدرجة ما فى كل أجزاء جسم النبات . وخير ما يطلق عليه اسم الضغط التسربى أو "الضغط الادمائى" فأما الضغط الجذرى فليس إلا مثلا خاصا من تنشطه .

تج ١٠١ : ارو نباتا من عباد الشمس تام النمو أو من الطماطم أو التبغ المزروع فى أصص كما فى شكل (٧٤) وضعها فى مكان دافئ مظلل مدة ساعتين أو ثلاث ثم اقطع الساق وثبت أنبوبة زجاجية فى الجذلى بواسطة أنبوبة مطاطة (ر) وصب فيها قليلا من الماء واطرق عليها بأصبعك حتى تخرج فقاعات الهواء ، وعلم الارتفاع الذى يقف عنده الماء كما فى (ا) . فبعد مدة ما يتدفع مقدار من العصارة من الجزء المقطوع من الساق ويرتفع فى الأنبوبة الزجاجية .

تج ١٠٢ : اقطع ساق قرىص صغير السن منشط النمو فى الربيع وبعد مسح سطح الجزء المقطوع من الساق انظر اليه بعدسة تجد أن العصارة التى تسرب بعد ذلك تأتى من الخزم الوعائية لا من النخاع .

تج ١٠٣ : ابذر بعض حبوب من الشعير فى أصص ملىء من تربة جيدة مأخوذة من البستان . وإذا أصبحت النباتات على طول قدره خمس بوصات ونصف أو ثلاث فضع الأصص فى مكان عال من غرفة داكنة مظلمة أو فى مكان مظلم وغط الأصص بزجاجة ناقوسية . لاحظ أن نقط الماء بعد مضى ثلاث ساعات أو أربع تترشح من أطراف الأوراق الصغيرة السن . ثم أزل الزجاجة الناقوسية واترك النباتات مكشوفة حتى تجف جفانا تاما ثم غطاها ثانيا ولاحظ أن الماء يبرز منها ثانية .

الفصل الرابع عشر

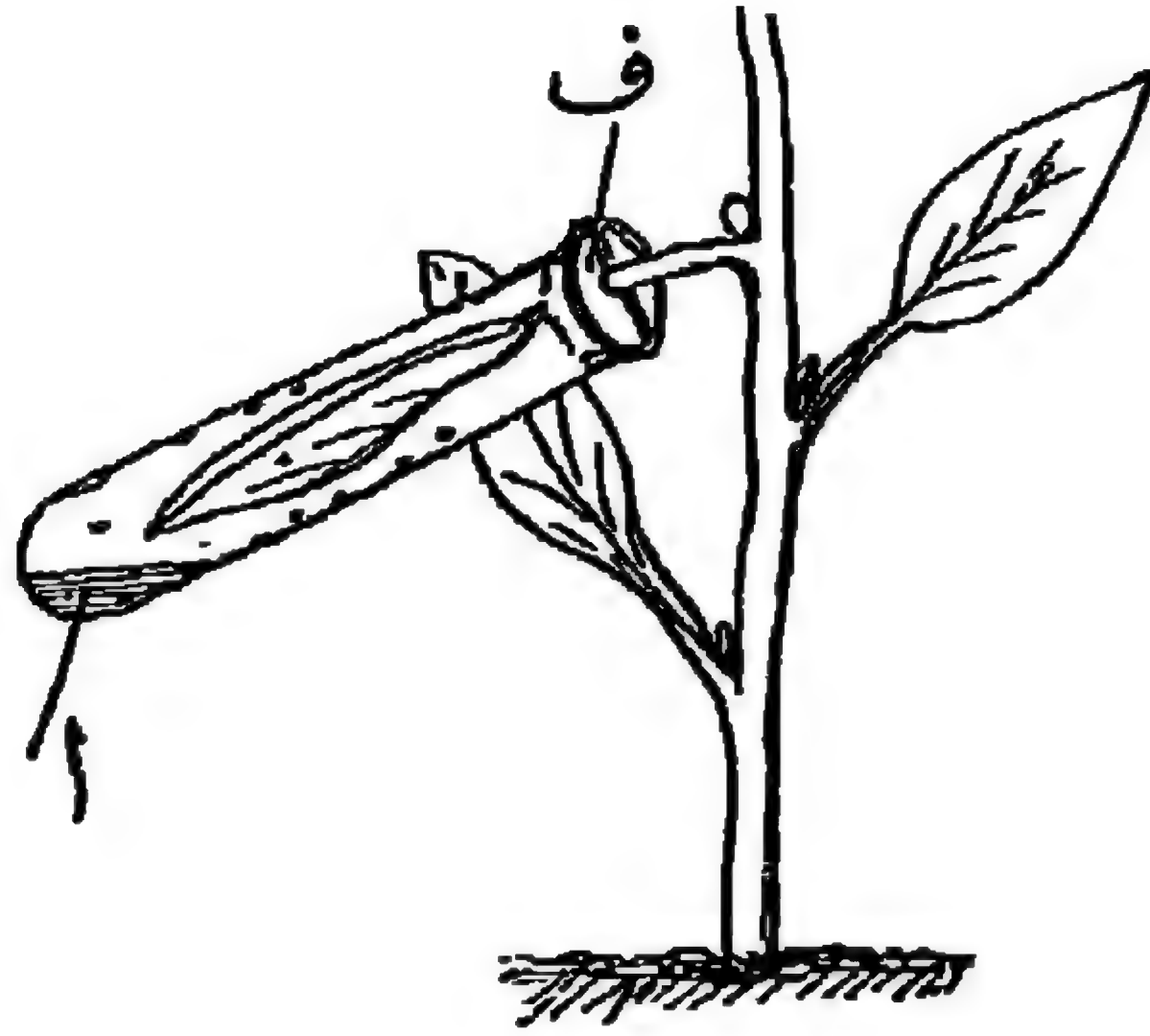
التتح

التتح (Transpiration) — تيار التتح (Transpiration Current)

التتح — اذا حصرت ورقة من نبات الطرطوفة النامى فى أنبوبة تجربة واسعة فى يوم ضاح دافىء كما فى شكل (٧٥) وسد طرف الأنبوبة بسدادة فل مشقوقة (ف) أو بشئ من القطن المندوف لوحظ أن داخل الأنبوبة يتغطى على عجل بطبقة من الماء على شكل نقط الندى وهذه تتساقط وتجتمع فتكون مقدارا ليس بضئيل كما هو مبين فى (١).

من كل أجزاء نباتات الأرض العادية يستمر فقد الماء فقدا خفيا على صورة بخار فاذا لم نأخذ الوسائل لجمع الماء بطريقة ما أشبه بالطريقة السابق شرحها لم يسهل ادراك وجود مسألة انطلاق الماء من النباتات الى الهواء. ويسمى تصاعد الماء على صورة بخار من النباتات الحية "بالتتح". وليس التتح مجرد عملية فوسيقية من التبخر أو للجفاف كما يحدث عند ما يتعرض الى الهواء منديل مبلل ولكنه عملية فسيولوجية يضبطها بروتو بلازم النبات الى حد ما وان كانت متأثرة بظروف خارجية. وتفقد أجزاء النباتات من الماء وهى ميتة أكثر مما تفقده وهى حية.

وقد وجد الأستاذ هالس (Hales) أن مقدار الماء الذى يتنفسه نبات من عباد الشمس طوله ثلاثة أقدام ونصف يبلغ عشرين أوقية انجائزية فى اثنتى عشرة ساعة وأن مقدار الذى يصعده نبات الكرب العادى فى مثل هذا الزمن



(شكل ٧٥)

١٥ أوقية تقريبا وعلى ذلك فمقدار ما يخرج من الكرنب في اليوم يبلغ ثلاثة طنات أو أربعة ولما كان الماء المفقود من الأجزاء العليا من النباتات إنما يعوضه الماء المستمد من التربة فإنه لا مشاحة في أن الأرض التي تحمل على ظهرها المغل تكون أخف من الأرض البور .

وإذا استمر النتح على نسبة أكبر من نسبة امتصاص الجذر فإن حالة الانتفاخ التي تكون عليها الخلايا تنقص كثيرا أو قليلا ويعقبها الذبول . ولا تحدث حالة الذبول هذه عادة في التربة الجافة المشتملة على مقدار قليل جدا من الماء في المناخات الحارة الشديدة وهج الشمس وحدها بل لقد تحدث في الترب العادية حتى ولو كانت الجذور مجتدة في امتصاص ما يكفي حاجة النباتات من الماء إذا نقص الوهج وقلت درجة الحرارة وخففت الظروف التي تدعو إلى فرط النتح .

ولا يتحتم أن يفيد الذبول أن الماء لا يدخل النبات . وإنما هو علامة على أن الماء الذي يفقده النبات أكثر مما يأخذه .

ويؤدي عملية امتصاص الماء ما يحدث للنبات من الأضرار الميكانيكية في مناطق الامتصاص من الجذر عند شتلها وكذا الأضرار التي تصيبه من غشيان الحشرات وهبوط درجة حرارة التربة تحت الدرجة التي يستطيع الجذر عندها أن يقوم بوظيفته . وزد على ذلك أن عدم كفاية مدد الهواء للجذر كما يحدث حينما يكون الجذر في أرض مغدقة تمنع انتظام الامتصاص وربما أحدثت استرخاء وهزال الأوراق .

ويشاهد في كل أنواع النباتات ولا سيما في فصائلها التي تعيش في المواقع الجافة ملاءمات متنوعة تدعو إلى منع سرعة فقد الماء .

وتؤثر طبيعة الجدر الخلوية الخارجية من مختلف أجزاء النباتات فى السرعة التى تجرى بها عملية التسح . وفقدان الماء من الخلايا ذات الجدر المسويرة (Suberised) والمكوتنة (Cutinized) قليل وعلى ذلك فالتسح الناتج من سوق التين الشوى والودنة ومن كثير من أنواع الفواكه كالتفاح والكثيرى ذات الاديم التامة النمو وكذا من السوق والدرنات المغطاة بنسيج فلى وقشر، والقرع والبطاطس وكثير غيرهما من أنواع التفاح المشتمل على نسبة كبيرة من الماء تبقى مقدارا عظيما منه مدة عدة أسابيع وربما طالت شهورا .

ويساعد على منع فرط التسح وجود غطاء من الشعور الصوفية على الأوراق وغيرها من أجزاء النبات . وانفراز طبقة شمعية على ظاهر قشرة كثير من الأوراق كأوراق الكرنب والبصل وعلى الفواكه كالبرقوق والأعناب يفعل ذلك أيضا وقد دلت التجارب على أن هذه الطبقة الشمعية اذا مسحت عن الأوراق والفواكه كان فقد الماء منها أكثر منها اذا لم يمس .

ومقدار ما يسمى "بالتسح الأديمى" (Cuticular Transpiration) أو الفقد الذى يحصل من خلال الجدر الخلوية الخارجية من الأوراق والسوق والأجزاء المعرضة للهواء عادة هو فى كل الأحوال ضئيل إلا فى الأعضاء الصغيرة السن التى لم يتم تكوين خلاياها القشرية .

وأهم ما يكون من انطلاق الماء إنما يحدث "بالتسح الثغرى" (Diastomatic) أى بفقده من خلال فتحات الثغور . وبما أن هذه الثغور إنما يكثر وجودها على الأوراق لذا نعتبر الأوراق أهم آلات التسح .

ولخلايا البرنشيمة الاسفنجية من الورقة (س . شكل ٦٥) جدر غير مكوتنة تسمح بمرور بخار الماء الى المسافات المابينية ومنها ينطلق خارجا من الثغور (ث) .

والعادة أن يكون وجود الثغور أكثر على السطوح السفلى من الأوراق العادية ويمكن أن يبين (تجربة ١٠٧) أن التتح في مثل هذه الأحوال إنما يغلب في الجوانب السفلى .

والنبات ذات الأوراق الكبيرة تنتح في العادة وتحتاج الى مقدار عظيم من الماء لتنام نموها إلا اذا كانت سطوحها محمية بصفة خاصة بأديم كثيف وتوجد هذه الأوراق في المواقع الرطبة التي لا تلائم العرق والتي يحتاج الأمر فيها تبعاً لذلك الى سطح عارق كبير تستطيع أن تتخلص به من الماء الزائد فاما أوراق النباتات المهيئة للعيشة في المواقع الجافة فهي في الغالب صغيرة وضيقة وسطوحها الناح مخترل في الغالب الى نهايته الصغرى .

وفي التتح الثغرى من ورقة أو ساق يضبط انفتاح الشق الكائن بين خليتي الثغر الحارستين وانقفاله (١ . شكل ٦٤) مقدار بخار الماء المنطلق و بانتفاخ هاتين الخليتين يستدل الناظر على انتفاخ الشق أو انقفاله . فاذا كانتا زائدتى الانتفاخ مالت احدهما عن الأخرى منحنية ولاحت الفتحة أوسع ما تكون فاذا استرختا استقامتا ونقصت الفتحة الكائنة بينهما حتى تتلامس الأطراف السائبة من الخليتين وتسد الثقب سدا .

وانتفاخ الخلايا الحارثة وامكان انطلاق البخار المائى من الورقة تبعاً لذلك تؤثر فيه الظروف الداخلية والباطنية ولا يعرف عن طبيعة الظروف الحيوية الباطنية إلا قليل ، إلا أنه عند ما يكون فقد الماء مفرطاً بحيث لا يعوّض عنه بواسطة الامتصاص من التربة تأخذ الثغور فى الاسداد قبل أن يلاحظ حدوث الذبول الفعلى .

وأهم الظروف الخارجية التى تؤثر فى عملية التتح هى مايلي :

- (١) مقدار شدة الضوء الذى يتعرض له النبات .
 - (٢) المحتوى المائى (water-content) الذى فى الجوف المحيط .
 - (٣) درجة حرارة الهواء والتربة .
 - (٤) حركة الهواء .
 - (٥) المحتوى المائى فى التربة وتركز (Concentration) المواد الموجودة فى المحاليل التى يتمصها النبات وكذا الطبيعة الكيماوية لهذه المواد .
- (١) فى الليل وفى الغرف التى يحدث فيها الظلام تنتج النباتات قليلا . فاما اذا كانت فى منتشر ضوء النهار فانه يلاحظ زيادة فى الشح ولكنها اذا تعرضت الى وهج نور الشمس كأن مقدار الماء المنطلق عظيما . وقد وجد فى احدى تجارب ويزنر (Weisner) أن ١٠٠ سم م م من السطح الورقى لنبات ذرة مستوفى الانبات أطلقت فى الظلام ٩٧ ملليجراما من الماء فى الساعة وفى منتشر ضوء النهار ١١٤ ملليجراما وفى ضوء الشمس ٧٨٥ .
- والعادة أن ارتفاع الخلايا الحارسة يزداد بتأثير الضوء فيفتح الثقب الثغرى وبذا يستطيع البخار المائى أن ينطلق حرا من الورقة . وأثر الضوء فى الشح مستقل عن تأثير الحرارة التى تصحبه عادة على أنه ليس متصلا مجرد اتصال بازدياد انفتاح الثغور الواقعة تحت تأثيره اذ تلاحظ مثل هذه الزيادة من الشح اذا تعرض الفطر الذى ليس له ثغور للضوء المفرط فى شدته . فالضوء كما يظهر انما يعمل كمؤثر مباشر فى البروتوبلازم يجعله أقبل لنفوذ ماء العصارة الخلوية منه . هذا ولا بد من ملاحظة أن النور يؤثر فى عملية الشح تأثيرا غير مباشر بواسطة تنويع بناء الأنسجة وتركيب الجدران الخلوية إذ النباتات النامية فى المواقع المعرضة للنور تعرضا تاما ، يزداد فيها نمو الأديم وتنقص المسافات الخلالية الكائنة فى باطن الأوراق عما هو الحال فى النباتات النامية فى المواقع المظلمة ويكون نتج الماء من الأولى أقل منه فى الثانية .

(٢) اذا كانت الهواء مشبعاً كما يكون في اليوم الغائم أو الصوبات (Green Houses) الرطبة يكاد التسح يمتنع امتناعاً كلياً . فأما اذا كان الجوّ جافاً فإنه يدعو إلى فقد الماء حتى ولو كان الجوّ بارداً . وربما كان الضرر الذي يحدث للأوراق الغضيفية ، وغيرها من الأجزاء التي هي قريبة العهد بالانبساط ، على درجات الحرارة الواطئة من زمن الربيع انما يحدث من جفاف الجوّ كما يحدث من برودته .

(٣) قد وجد أن بعض النباتات تنتج قليلاً على درجات تحت درجة التجمد فإذا رفعت الدرجة بين حدود معلومة ازدادت سرعة انفتاح الثغور بل لقد يزداد التسح في أجزاء ليس بها هذه الثغور .

(٤) النباتات التي تتعرض لتيارات قوية من الهواء تفقد من مائها مقادير عظيمة حتى ولو كانت الثغور مقفلة .

(٥) اذا حدث نقص كبير في ماء التربة التي زرع فيها نبات ، ترتب على ذلك نقص في نتجه .

وقد وجد ساكس (Sacks) وغيره من أن المقادير القليلة من القلويات والبوتاسا والصودا والنوشادر تدعو إلى زيادة التسح . أما الأحماض فتقصصه .

تج ١٠٤ : اجمع الماء الذي يخرج من ورقة عباد الشمس في أنبوبة على الصفة المشروحة في شكل (٧٩) .

تج ١٠٥ : (١) خذ ثلاثة دوايق يسع كل منها ١٠٠ أو ١٥٠ سم م وصب في كل منها ماء حتى تمتلئ ثلاثة أرباعها .

واقطع فرعين متساويين من شجرة تفاح طول كل فرع قدما ن وأزل الأوراق عن أحدهما وضع الفرعين في دورقين منفصلين وبعد تعليم حد الماء في كل منهما بقطعة من الورق المصمغ عرض الدوايق الثلاثة في نافذة معرضة للضوء جيداً أو خارج المكان . واصبر عليها ست ساعات ثم انظر مقدار ما فقد من الماء في كل . وانظر أي الفروع نتج أكثر .

(ب) لا يمكن معرفة المفقود من الماء معرفة أدق من السابقة زن كل ورق على حدة وزن الفروع كذلك عند بدأ التجربة وبعدها مباشرة . هنا يلاحظ أن الماء الذى أخذه الفرع المورق لا يمتص فى مادته فقط بل تنتحه الأوراق بعد ذلك إذ أن وزنه فى أول العملية ونهايتها واحد تقريبا ، وإن كان وزن الماء المفقود من الورق عظيما .

(ح) أعد التجربة وضع الجهاز فى غرفة مظلمة .

تج ١٠٦ : يمكن اظهار السطح من فرخ ما بواسطة تبيئته كما فى شكل (٧٦) . ادفع الفرخ الشحم المقطوع (ا) فى سداة فل مثقوبة . ويجب أن يكون الفرخ بحيث يملأ الثقب ملاء وأن يتدلى منه قليلا . واملاء الأنبوبة المتوازية (U) (ن) بالماء ملاء كاملا ثم ضع السداة والفرخ فى أحد طرفى الأنبوبة ولاحظ أن يكون الطرف الثانى مملوء بالماء ملاء كاملا ثم ضع فيه سداة بأنبوبة ملوثة (ب) هنا يندفع بعض من الماء على استطالة الأنبوبة الملوية الى نقطة (و) فتعلم بورقة مصمغة . وهي الجهاز حتى تكون الأنبوبة (ب) أفقية وعرضة لنور مشرق هنا يحدث نتح من أوراق الفرخ يؤدى فى الحال الى تراجع الماء على استطالة الأنبوبة (ب) .

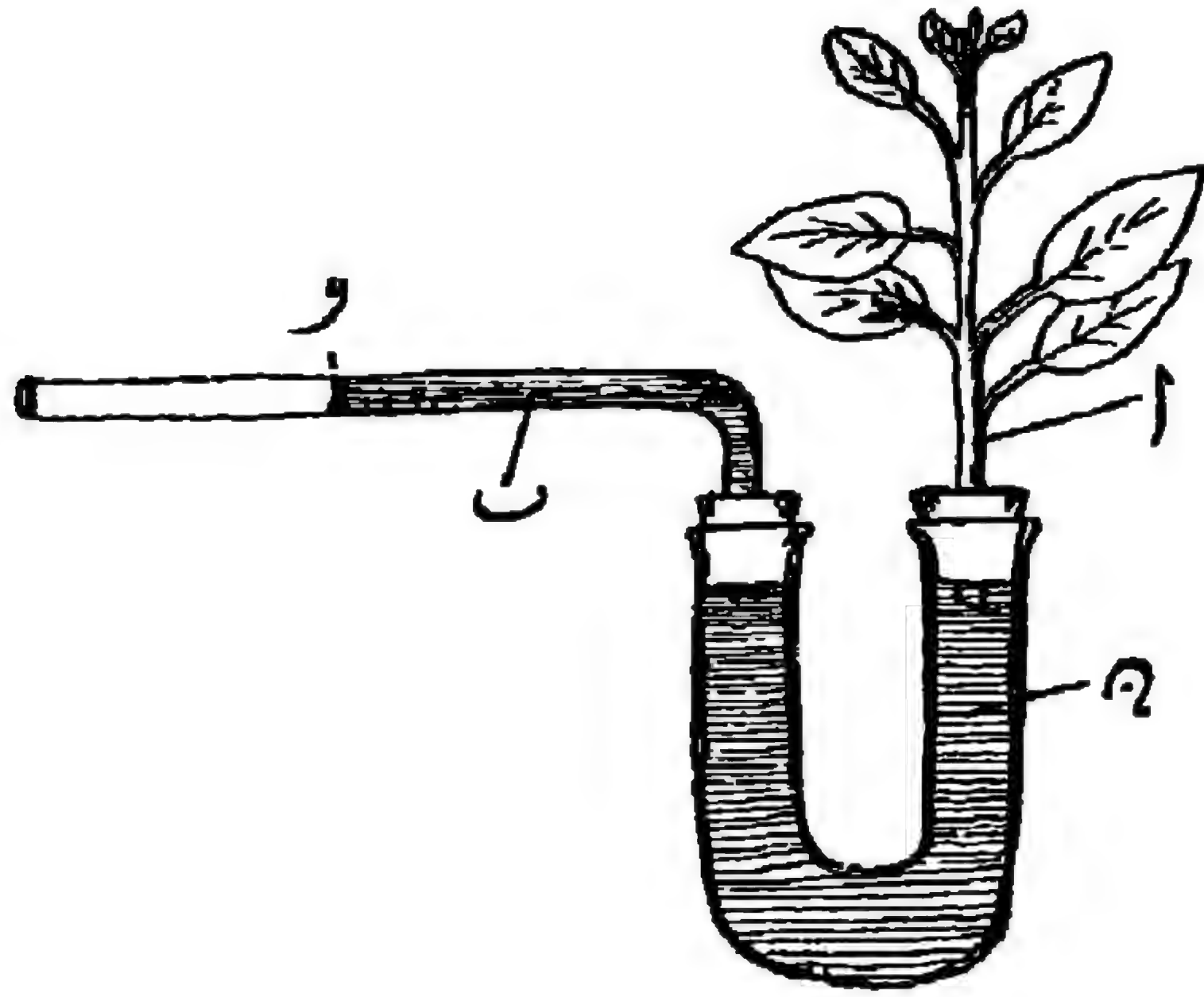
ولا بد أن تكون مفاصل الجهاز محكمة لا ينفذ منها الهواء كما أنه يجب أن لا يبق فى الأنبوبة (ب) أى شئ من الفقاعات الهوائية .

تج ١٠٧ : يمكن بيان الفرق فى النتح الحادث من سطحى الورقة حيث يكون فى أحد السطحين من المسام عدد أكثر بكثير مما فى الثانى بوضع الورقة بين ورق تقع فى محلول كلورور الكوبالت ويجفف .

اعمل محلولاً قوته ثلاثة فى المائة من كلورور الكوبالت وانقع فيه بعض قطع من ورق النشاف أو من ورق الترشيح المدور . ثم اترك هذا الورق يجف فى الهواء . والعادة فى كلورور الكوبالت أنه اذا كان رطبا كان قرعلى اللون فى الورقة ولكنه اذا جفف كان أزرق زاهيا . فاذا تشرب قليلا من الماء من الهواء أو غيره عاد قرعليا كما كان .

ضع ورقة من المداد القرمزى (Scarlet Rumer) بين قطعتين من ورق كلورور الكوبالت الأزرق أى الجاف . وضع الكل بين لوحين من الزجاج . لمنع امتصاص الماء من الهواء وبعد ربع ساعة الفحص الأوراق ولاحظ أى الورقتين أكثر احمرارا وأين هى من الورقة النباتية .

أعد التجربة بأوراق الزنبق (Lilac) والكثيرى والبرقوق وغير ذلك من النباتات .



(شكل ٧٦)

مج ١٠٨ : لا بآنة تأثير غطاء من الفل في منع فقد الماء بواسطة التتح خذ بطاطستين متساويتى الحجم ما أمكن . قشر احدهما وزن كل منهما على حدة واطر كهما معرضتين للهواء مدة ساعتين وزنهما بعد ذلك لمعرفة أيتهما قد فقدت من مائها أكثر .

بين بالطريقة المذكورة أنه عند ما تزال قشرة تفاحة يحدث فقد الماء أكثر وأسرع مما اذا أبقىت القشرة .

تيار التتح — فرط فقد الماء من النباتات بواسطة العرق ينتهى على عجل باسترخاء الأوراق وموتها اذا لم يمتص ماء أكثر من المفقود ليعوض عن الماء الذى أطلق والامتصاص اللازم يحدث فى الجذور بالطريقة التى سبق شرحها وتوجد بين الشعيرات الحذرية حيث يدخل الماء وبين الأوراق حيث يخرج أكثره الى الهواء حركة تيار من الماء مستمرة الى أعلى فى خلال الجذر والساق من النبات الحى ويسمى هذا التيار من الماء ” بتيار التتح “ .

بواسطة هذا التيار تبقى حالة انتفاخ الخلايا الحية فى أجزاء النبات الحية ومهمة هذا التيار حمل مدد دائم من المواد الغذائية من التربة . والماء الممتص بواسطة الجذر يشتمل على مواد شتى جوهرية لتغذية النبات وهذه الأوراق تنتقل الى خلايا الأوراق وغيرها من الأعضاء حيث تترك غير مستعملة ولا ينطلق إلا الماء النقى فى عملية التتح . وزد على ذلك أنه يلاحظ أن الشرائط التى تدعو الى تنشيط التتح وسرعة حركة الماء أى ارتفاع درجة الحرارة والتعرض لضوء النهار هى الشرائط الجوهرية اللازمة لتكون المواد العضوية من المواد الزاوية . ولا استعمال الزاد فى عملية التغذية التى يقوم بها النبات .

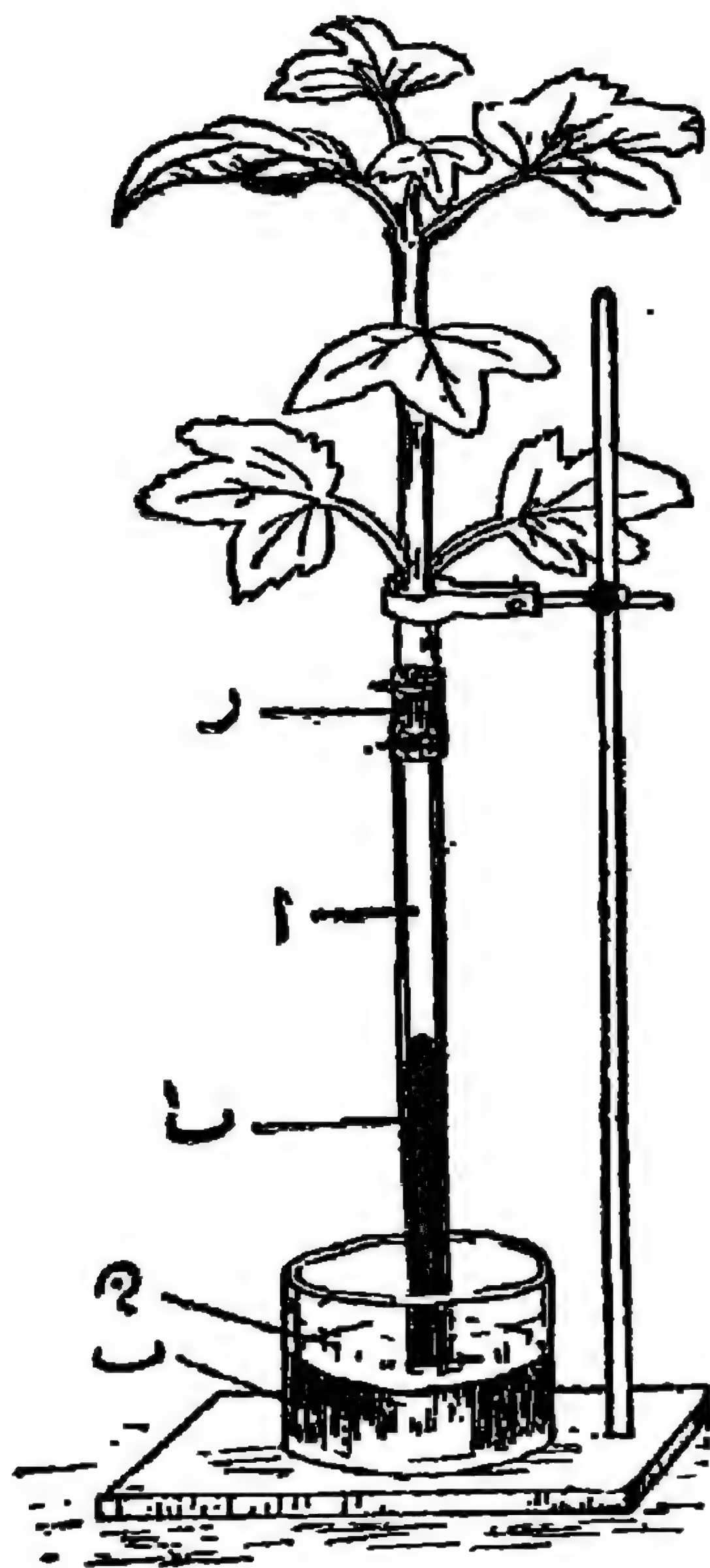
وانتقال الماء فى كل أجزاء النباتات من خلية الى خلية بواسطة الانتشار الغشائى البسيط هو من البطء الشديد بحيث لا ينفع فى مدّ الأجزاء العليا من النباتات ، حيث يحدث فقد الماء بسرعة بالمعد الكافى . أما تيار التتح فيسير

أسرع من ذلك كثيرا . فقد وجد أنه يسير فى النباتات العشبية بسرعة خمسة أقدام إلى ستة فى الساعة عند ملائمة شرائط التح وفى أكثر النباتات يكون أقل من ذلك . أما السبيل الذى يسلكه الماء فى النبات فهو زياله . فاما كونه لا يمله نخاع الشجرة فظاهر من أن كثير من الأشجار تقوم بوظائفها بعد ازالة نخاعها وصيرورة مركزها خاليا متحلا .

كما أنه من السهل اثبات أن القشرة والفلويم لا يوصلان هذا التيار السريع الى أعلى إذ أنه بعد ازالة قطعة حلقيه الشكل من النسيج ضيقة الى حد الكامبيوم من دائر الفرع لا تذبل الأوراق الكائنة فوق الموضع الذى أزيل عنه القشر والفلويم .

وقد أثبت بتجارب عدّة أن التيار يسير فى أصغر الحلقات السنوية أى الخارجية من السوق الخشبية . وعلى أكثر ما يكون فى فراغات الأوعية والقصبيات ان لم يكن سيره مقصورا عليهما . أما خشب القلب فلا يوصل الماء وإنما يقوم مقام مسند ميكانيكى للشجر .

وبوضع السوق المقطوعة من النباتات العشبية والأذنان والأوراق فى محاليل ملونة من بعض الأصباغ ثم عمل قطاعات من السوق بعد ذلك فى قشرات متعددة وتعريضها للضوء يلاحظ أن المحاليل تسير فى الحزم الوعائية اذ تنصبغ . فاما بقية الأنسجة فتبقى بلا لون مدة ما بعد إذ تتلون الحزم . أما سبب تحرك الماء خلال النبات أو القوة التى تدفع تيار التح فقد كان موضوع بحث طويل مدة نيف وقرن . على أنه لا يمكن أن يعطى تفسير يلم بوقائع الحال فان القوة الانتشارية فى الخلايا الحية من الجذر والساق ، تلك القوة التى تؤدى الى حدوث الضغط الادمائى ، والجذب الانتشارى من المواد الموجودة فى خلايا الورق البرنشيمية ذلك الجذب الذى يؤدى الى



(شكل ٧٧)

نشوء قوة ماصة تسحب الماء من الخزم الوعائية ، يساعدان على أحداث حركة سريعة لسير الماء في النبات وقد تكون هاتان القوتان المعتمدتان على تنشيط الخلايا الحية في النباتات العصيرية كافية للإبانة عن حركة تيار السحب ولكن إيصال الماء الى قمة الأشجار العالية جدا لا يمكن تفسيره في هذا المقام تفسيراً مرضياً .

تج ١٠٩ : (١) اغمس أذنة ورقة من نبات جرامنوم الخدائق في محلول يوسين مخفف أو محلول مداد أحمر وضع الجميع في مكان ضاح . وبعد ساعة ارفع الورقة في النور وانصبا بالعين المجردة أو بعدسة جيب . هنا يرى أن المحلول قد امتص منه وسار في الخزم الوعائية وهذه تشاهد مصبوغه حمراء . اقطع شرائح رقيقة من الأذنة وانظر اليها بعدسة ولاحظ أن المحلول لم ينتشر في الأنسجة المحيطة بالخزم الوعائية كثيراً .

(ب) أعد التجربة على أوراق أخرى وعلى سوق عشية ورقية أخرى .

(ج) أغمس الحوامل الزهرية من زهرات كرنبة وبخلة ونبات دائورة وغير ذلك من حوامل الأزهار في المحلول ولاحظ أن الخزم الوعائية الرقيقة في البتلات تنصبغ حمراء .

تج ١١٠ : أزل حلقة عرضها نصف بوصة من فرع شجرة في الصيف ولاحظ أن الأوراق الموجودة فوق القطع لا تذبل .

تج ١١١ : لإبانة أن الفرخ المفرط في السحب قوة امتصاص عظيمة هي فرخ جيز أو طرطوة كما في شكل (٧٧) وخذ قطعة من أنبوبة صمغية مرنة (ر) طولها بوصتان تقريباً وثبت طرفاً منها في طرف الفرخ وضع الثاني في أنبوبة زجاجية (١) واربط الأنبوبة الصمغية بالفرخ ربطاً محكماً بخيط . واسمح للفرخ بالتعلق مدلي فيها واملاً الأنبوبة ماء . واطرق بلطف على هذه الأنبوبة واعصر الأنبوبة الصمغية حتى تتخلص من فقائيع الهواء كلها . فاذا امتلأت الأنبوبة بالماء فسد طرفها بالابهام وهي الجهاز كله على الصورة المبينة في شكل (٧٧) وضع طرف الأنبوبة تحت الماء (ن) والزئبق (ب) في الصحن الزجاجي . وأقم الفرخ بواسطة ملقط وعرض الكل لنور نافذة ضاح . هنا يؤخذ الماء الموجود في الأنبوبة ثم تنتحه أوراق الفرخ ويرتفع مقدار عظيم من الزئبق في الأنبوبة كما هو مبين في (ب) .

الفصل الخامس عشر

امتصاص المواد الزادية

يعتري البروتوبلازم أى المادة الحية الكائنة فى النباتات والحيوانات النامية بتنشط فى كل آن تغيرات كيمياوية تؤول به الى التلف وتكون مركبات منه أبسط تركيبا . فلكى يمكن التعويض عما فقد منه حتى يستطيع القيام ببناء أجزاء جديدة يقتضى له الزاد .

وطبيعة زاد النبات أى المواد التى يستعملها البروتوبلازم لتكوين أعضاء جديدة ولتغذية البروتوبلازم ذاته يسهل ادراكها بعد بحث المواد التى تستهلك أثناء نموجنين ما من بذرة النبات .

والمواد التى تخزنها الأم فى الأندوسبرم أو فى باطن أنسجة الجنين لتغذية الجنين هى مركبات عضوية مركبة كالنشأ والدهون والبروتينات . وهذه المواد — أوصور متغيرة عنها تغيرا ضئيلا — هى التى تستهلك فى عمليات التغذية والنمو التى تحدث عند ابتداء الانبات . وكذلك المواد التى تنزود بها الفراخ الصغيرة السن من درنة بطاطس مستفرخة أو الأوراق والفراخ المزهرة الصغرى من بصلة نامية هى كربوايدارت ودهون وبروتينات أى مركبات عضوية ذات بناء معقد مماثلة لتلك .

وكذلك البراعم النامية من شجرة فى الربيع تغذى بمركبات شبيهة بتلك فكل شئ يدل على أن البروتوبلازم فى النباتات والحيوانات على السواء تتوقف تغذيته المباشرة فى كل وقت على مواد عضوية من هذا القبيل .

وتحصل الحيوانات والنباتات الطفيلية والسبروفية على هذه المركبات مباشرة أو بواسطة من أجسام كائنات أخرى حية أو غير حية . فان لم تحصل عليها ماتت

على عجل، وتحتاج النباتات الخضراء كذلك الى زاد معقد التركيب لنشوتها ونموها، على أنها ليست بالاجمال مهيأة للحصول على مركبات من هذا القليل مما يحيط بها ولكنها قادرة على صنعها من مركبات غير عضوية كأكسيد الكربون والماء وأملاح شتى — تأخذها من الجو والتربة على أنه ان كانت هذه المواد غير العضوية التي تمتص من الهواء والتربة تسمى عادة "زاد النباتات" نرى أنه يحسن أن تسمى "بالمواد الزادية"، إذ أن النبات الحى لا يستطيع أن يغذى نفسه بها مباشرة بل إنما يحصل ذلك بعد إذ يكون قد اصطنعها فجعلها مركبات أكثر تعقيدا فى التركيب يمكن استعمالها لتغذية البروتوبلازم وتكوينه أنسجة الأعضاء النامية .

والبادرة بعد إذ تكون قد استهلكت الزاد الذى اخترنته الأم لها لا تستطيع الاستفادة من أكسيد الكربون والأملاح البسيطة حتى تتعرض للضوء بشرائط تسمح لها باصطناع هذه المواد غير العضوية وبأن تبني منها بطريقة التركيب (Synthesis) مركبات شبيهة بما استهلكته لنفسها، وهى المركبات التى صنعتها الأم من قبل .

٢ — المواد الزادية وامتصاصها .

يحصل على المواد الزادية التى تمتصها النباتات الخضراء العادية من الجو المحيط بها ومن التربة التى تنمو فيها النباتات .

وقد أثبت بواسطة طرق المزرعة الرملية والمزرعة المائية أنه يجب لتغذية النباتات الخضراء أن تمتد بمواد زادية تشمل على عشرة عناصر أو أحد عشر عنصرا كما هو مشروح فى الفصل الثانى عشر .

وقد تبين أيضا بواسطة هذه الطرق التجريبية أن النباتات لا تستوى عندها الصورة التى يقدم عليها أى عنصر لها فهى غير قادرة مثلا على استعمال

كل المركبات الأزوتية كمورد للأزوت ولا أن تحصل على ما يلزمها من الكربون من كل مركبات الكربون .

ويقتضى فى المركب الذى يمكن أن يكون نافعا للنبات كمادة زائدة قادرة على إمداده بعنصر خاص لتغذيته أن يكون (١) قابلا للذوبان وقادرا على الانتشار من خلال الجدار الخلوى والبروتوبلازم (٢) أن يكون ذا تركيب كىاوى خاص .

وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء هو المورد المهم الذى يحصل منه على عنصر الكربون فأما امتصاص هذا الغاز واستعماله بعد ذلك فقد أرجأنا البحث فيه الى الفصل التالى .

ويحصل على المواد الزائدة ، التى تؤدى بقية العناصر اللازمة للنبات ، من التربة بواسطة قوة الانتشار الغشائى من خلال الشعيرات الجذرية .

وفضلا عن هذا فانه لا يمكن النباتات أن تمتص ما تحتاج اليه إلا من المحاليل المخففة من المواد الزائدة ؛ فأما النباتات المتماة بواسطة المزارع المائية فانها تنجح اذا كان المقدار الكلى من المواد الصلبة الذائبة فى الماء لا يزيد على ٠.٢ ٪ الى ٠.٥ ٪ أى ٢ الى ٥ أجزاء فى ١٠٠٠ جزء من الماء . والمحاليل التى تشمل على ٠.٢ ٪ و ١/٢ ٪ من المواد الذائبة تضريرى وتوطلأزم النبات وتمنع النمو . ومن ثم نتضح أهمية اجتناب استعمال الأسمدة القابلة للذوبان بكثرة . وماء التربة الذى تأخذ منه النبات كل ما يحتاج اليه لايشتمل فى العادة إلا على ٠.١ الى ٠.٣ ٪ من المواد الصلبة الذائبة فيه .

وغاز ثانى أكسيد الكربون يتولد فى باطن الأرض فى عملية التعفن والتحلل التى تحدث فى الأسمدة الموجودة ، ويفرز بمقدار قليل فى عملية التنفس التى

يقوم بها بروتوبلازم الشعيرات الجذرية . وهذا الغاز يساعد النباتات على امتصاص المواد الزائدة مساعدة غير مباشرة ، إذ أن من هذه المواد ما يكون غير قابل للذوبان في الماء النقي ولكنه يذوب في الماء المشتمل على ثاني أكسيد الكربون ذوبانا مذكورا .

ويلاحظ أيضا أن ثاني أكسيد الكربون وفسفات ايدروجين البوتاسيوم وغيره من المواد التي لها تفاعل حمضي تحرق جدران خلايا الشعيرات الجذرية وتساعد على أكل بعض المركبات المعدنية التي تتصل بها واذابتها كفسفات الكلس وكربونات الكلس والمجنيزيوم .

إذا غمس جذر النبات في اناء يشتمل على ماء يحتوي مادة محللة فقد لا تستطيع المادة الذائبة أن تمر من خلال الجدر الخلوية أوسيتوبلازم الشعيرات الجذرية وعليه فلا يدخل من هذه المادة شيء في النبات . فأما إذا استطاعت المادة أن تتسرب في هذين الغشائين الخلويين فانها تمر إلى الشعيرات الجذرية ومنها إلى سائر خلايا النبات حتى تشتمل العصارة الخلوية من هذه المادة على مقدار يناسب ما في الماء الخارج الموجود في الاناء ؛ فإذا تم ذلك تقرّر التوازن ولم يمتص شيء من المادة الذائبة بعد ذلك . فأما إذا استعملت المادة بعد دخولها النبات في عمليات التغذية أو تغيرت إلى مادة غير قابلة للذوبان أو مركب غير ذي طبيعة الانتشار الثنائي ، فإن التوازن الانتشاري بالنسبة لهذه المادة بالذات ينعدم ويمكن إذ ذاك أن يمتص من هذه المادة مقدار آخر .

وبهذه الطريقة يستطيع النبات أن يستخرج كل المادة المذوبة في الماء الذي تتصل به جذوره استخراجا تاما ، ويستطيع أن يجمع في باطنه مقادير كبيرة من بعض العناصر من المحاليل المشتملة على أقل أثارات (Traces)

منها مثال ذلك : ماء البحر فانه لا يشتمل على أكثر من جزء واحد من اليود في ١٠٠ مليون جزء من الماء ومع ذلك فان رماد بعض الحشائش البحرية يشتمل على مقدار بين ١ ٦ ٣ في المائة من هذا العنصر ويتوقف المقدار الكلى من أى عنصر يوجد في رماد نبات ما على (١) مقدار المادة القابلة للذوبان التى تشتمل على هذا العنصر من مواد التربة المزروع فيها النبات (٢) قابلية الانفاذ النوعى لبروتوبلازم الشعيرات الجذرية وعلى (٣) ما اذا كان النبات يستخدم المادة المعينة أو يحولها أو يزيلها من عصارتها الخلوية حتى يمكن أن يدخل الى النبات منها مقدار آخر بواسطة الانتشار الغشائى .

وبذا وجد أنه اذا زرع نوعان مختلفان من النبات في محلول زادى واحد أو كانت جذورهما في تربة واحدة كان كل منهما في العادة يشتمل على مقادير مختلفة من كل نوع من أنواع المكونات الرمادية المختلفة . مثال ذلك : مقدار السليكا في رماد البشنين فانه في العادة أقل من ٢,٥ في المائة فأما الغاب العادى (فراجميتس كوميونس *Phragmites Communis*) الذى ينمو في التربة الاستنقاعية فانه يشتمل على ٧٠ في المائة من السليكا ؛ وبينما تجد أن رماد نبات البازلاء لا يشتمل على مقدار من السليكا أكثر من ٧ في المائة ترى رماد النجيليات النامية في نفس التربة يشتمل على أكثر من ٢٠ في المائة منها .

وتعزى هذه القوة الانتخابية الكمية المختلفة (Quantitative Selective Power) في النباتين المقارنين الى الاختلاف في قدرتهما على استعمال السليكا ؛ يحتمل أن المادة التى تشتق منها السليكا تنتشر في جذورها الخلوية بدرجة واحدة ولكن بينما يستمر الغاب في ازالة المركب المذكور من العصارة الخلوية ، وايداع مقادير كبيرة من السليكا في الجدر الخلوية ، وعليه يسمح بدخول مقادير

أخرى في النبات ، نجد أن البشنيين لا يستعمل إلا قليلا جدا فلا يلبث أن يحدث توازن انتشارى لا يدخل بعده شئ من السليكا في النبات . ويتناسب مقدار أى مادة ممتصة من التربة تناسباً مطرداً مع المقدار المستعمل في العملية الكيماوية التى يقوم بها النبات حتى لقد يمتص من مادة موجودة بكثرة مقادير صغيرة فقط في حين أنه قد يستخرج مركب موجود في التربة بمقدار قليل استخراجاً كاملاً .

أما طبيعة المركبات غير العضوية التى تحصل منها النباتات الخضراء على مددها من العناصر اللازمة لتمام تغذيتها ، فقد سبق ذكرها عند بحث تركيب النباتات في الفصل الثانى عشر وكل هذه المواد الزائدة تقريباً — ماعدا الكربون — تمتص من التربة .

وقد دلت التجارب على أن استمرار النمو وإزالة المغلات (المحاصيل) من الأرض يؤدى عاجلاً أو آجلاً الى حالة ترفض معها انماء مغل مفيد من أى نوع حتى يعطى لها أسمدة .

وسبب هذا المحول فى الأرض أن النباتات ترفع فى أجسامها من التربة التى تنمو فيها مقداراً من مكوناتها ، وعليه فمؤدى إزالة المحصول عن الأرض إزالة مقدار عظيم من أهم مكونات التربة الزراعية ، وبما أن هذه التربة لا تشمل على مقدار غير محدود من المواد الزائدة النباتية على صورة قابلة للذوبان والاصطناع فيفهم من ذلك أن دوام إزالة المحصولات من الحقول يؤدى حتماً الى نفاد ذخيرتها والى جوع النباتات القائمة عليها ما لم تسعف بمدد جديد من المواد الزائدة يقوم مقام ما قد أزيل .

أجل ، إن الأرض بعد إذ يجرى عليها هذا الأمر لا تخلو من مكوناتها النافعة خلوا تستعصى النباتات معه عن النمو فيها ، إذ أن المواد الزائدة القابلة

للذوبان فيها لا تنفك تتحرر أى تتجدد من مختزن المواد غير القابلة للذوبان التى فى التربة بما للبرد والحز وللعمل الكيماوى الذى للهواء والماء من التأثير التحليلى فيها، ولكن لا بد لا مكان الحصول على مغلات مفيدة من الأراضى التى أخذت منها مغلان متواليان أو ثلاثة من تسميد الأراضى بسماذ يشتمل على مواد زادية أو على سماذ يمكن أن تتحرر منه هذه المواد .

لا تنمو النباتات ما لم تمد بكل العناصر التى نص عنها فى صفحات (١٣١ الى ١٣٦) فاذا كان أحد هذه العناصر مفقودا فقدانا تاما استحال النمو . ولهذا الخاصة كانت قدرة التربة على اعطاء مغل ما مضبوطة بضابط العنصر الجوهرى الموجود فيها على أقل مقدار .

واذا اشتملت التربة على مقدار قليل جدا من الفوسفات اللازمة لنمو محصول ما ، لم يجد معه أن تكون العناصر الأخرى كالأزوت والبوتاسيوم موجودة بكثرة زائدة إذ أن هذه لا يمكن الانتفاع بها حتى يكون الفوسفات اللازم متوفرا .

والمواد الزادية التى يحصل منها النبات على عناصر الكبريت والحديد والمجنيزيوم والكلس والكربون والايديروجين والأوكسيجين موجودة دائما فى التربة والهواء بوفرة كافية لحاجة كل أنواع المغلات ، ولكن المركبات التى تعطى الأزوت والفوسفات والبوتاسيوم تزال عادة من التربة الى حد لا يتاح معه للمغلات التامة أن تنمو حتى يضاف الى التربة ما تحتاج من هذه العناصر .

الفصل السادس عشر

تثبيت الكربون أو التمثيل — التركيب الضوئي

(Charbon Fixation) (Assimilation) (Photosynthesis.)

١ — قد كانت مسألة المورد الذي تستمد منه النباتات كبير مقدار الكربون الذي يتكون منه أكثر من نصف وزن مادته الجافة موضوع بحث واسع زمنًا طويلاً .

فالنباتات الطفيلية كالحامول (Dodder) والهلوك (Broom rape) وكثير من أنواع الفطر (Fungi) تعلق نفسها على غيرها من الكائنات الحية وتمتص منها كل ما تحتاج إليه من الكربون على صورة سكر وبروتينات وغير ذلك من مركبات الكربون المصطنع . وأنواع البروفيت كعش الغراب (Mush-room) وغالب أنواع الفطر العادي التي هي كالطفيليات السابقة الذكر، خالية من الكلور و بلاستات، تحصل على الكربون اللازم لها على صورة مصطنعة مشابهة لما ذكر من المركبات الكربونية الموجودة في بقايا النباتات والحيوانات الميتة التي تعيش عليها .

ويمحتمل أيضاً أن كل النباتات الخضراء تمتص وتستعمل مركبات الكربون العضوى من الدبال (Humus) أى البقايا النباتية أو الحيوانية المتحللة في الأرض وإن كان قد أثبت أن هذا المصدر غير كاف لإعطاء كل الكربون اللازم لتمام تغذية النباتات التي من هذا القبيل تغذية صحيحة .

وبطريقة الزراعة المائية أو الرملية يمكن أن يبين بسهولة أن النباتات الخضراء العادية تنمو وتزداد اشتمالاً على الكربون إذا أمدت جذورها بمحلول

من المواد الزاديه التى لا تشتمل على كربون ما دام المحلول يشتمل على كل العناصر الجوهرية الاخرى .

ففى هذه الظروف يكون المورد الوحيد الذى يستمد منه الكربون هو ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الجو المحيط بالأوراق على أنه ان كان مقداره النسبى فى الجو من القلة بحيث ان متوسطه هو ٢,٨ جزء فى ١٠,٠٠٠ فانه هو المورد الذى تستمد منه كل النباتات المترعة بطريقة الزراعة المائية كل ما تحتاج اليه من الكربون .

وينتج ثانى أوكسيد الكربون فى عمليات التخمر والتحلل الحادثة فى التربة العادية وقد يشتمل الهواء الذى يمر خلال التربة على مقدار يبلغ خمسة فى المائة من هذا الغاز بعضه يدخل جذور النباتات ذائبا فى ماء تيار النتج . على أنه قد تبين من تجارب كايّتيه (Cailletet) ومول (Moll) أن مدد ثانى أوكسيد الكربون الذى يحصل عليه بهذه الطريقة هو غير كاف لحاجات النباتات الخضراء العادية .

وقد أثبتت الأبحاث الواسعة المتخذ فيها كل الحيلة أن لاشك فى أن أهم مادة زادية نأخذها النباتات الخضراء موردا لكربونها هى ثانى أوكسيد كربون الهواء وأن هذا الغاز تمتصه الأوراق . وأثبتت فضلا عن ذلك أن دخول هذا الغاز الى أنسجة النباتات انما يكون من ثغور الأوراق . وقد يدخل — أو لا يدخل مطلقا — من قشرة الخلايا البشرية .

وقد بحث العالمان ” براون (Brown) ” و ” اسكومب (Escombe) ” منذ عهد قريب عن السرعة التى يحدث بها امتصاص هذا الغاز بواسطة الأوراق فوجدا أن مقدار ما يمتصه نبات الهليانثوس أنيوس وهو معرض الى ضوء

عام منتشر كان مرة ١٢ ٤ سنتيمترا مكعبا في كل متر مربع من سطح الورق في الساعة وكان امتصاص ورقة كاتالبا ٣٤٥ سم م م عن كل متر مربع في الساعة . ووجد أن سرعة امتصاص ورقة لهذا الغاز في ظروف مناسبة كان مساويا لنصف ما يمتصه محلول قوى من البوتاسا الكاوية مساحته كمساحة تلك وبما أن الفتحات الحقيقية الكائنة بين الخلايا الحارسة من الثغور في الورقة التي كانت محل البحث لم تبلغ أكثر من $\frac{1}{10}$ جزء من المساحة بأجمعها ينتج من ذلك أن السرعة التي دخل بها ثاني أوكسيد الكربون كانت أشد من سرعة امتصاص البوتاسا الكاوية لهذا الغاز بخمسين مرة وهي نتيجة مذهشة .

قد تؤدي هذه القوة الامتصاصية التي للزروعات الخضراء الى ازالة ثاني أوكسيد الكربون من الهواء ازالة كلية لولا استمرار تعويض الجوع مما يفقد بما ينتج في عمليات التنفس التي يقوم بها كل شئ حي وبما ينتج من احتراق الفحم والخشب وغيرهما من أنواع الوقود المشتمل على كربون .

وبعد دخول ثاني أوكسيد الكربون في خلايا الورقة مع مقدار نسبي من الماء يعتوره تغير كيمائى يؤدي الى تكون مواد كربوايدراتية قابلة للذوبان وينطلق في هذه العملية غاز الأوكسجين . بذلك يصبح كربون ثاني أوكسيد الكربون "مثبتا" وسرعان ما تتجمع المواد الكربوايدراتية في أنسجة النبات وينطلق الأوكسجين في الهواء .

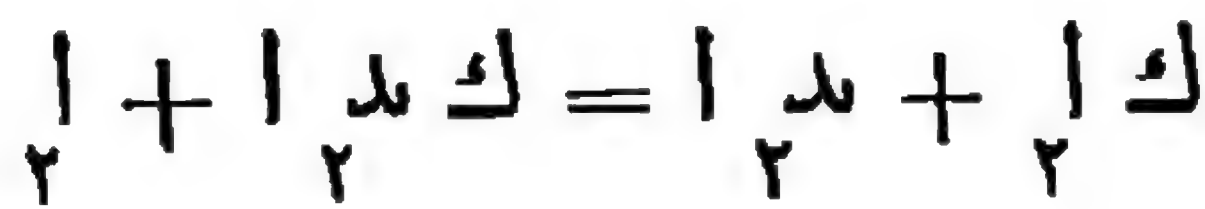
وقد تمثل هذه العملية كما يأتى :



وقد اعتاد النباتيون أن يستعملوا كلمة "التمثيل" للدلالة على تركيب النباتات الخضراء للكربون بهذه الطريقة من ثاني أوكسيد الكربون والماء ولكن يحسن

أن يستبقى هذا الاصطلاح للتعبير به عن عملية تحول الأغذية الى مواد الانسجة كما تواطأ الفيسيولوجيون الحيوانيون ونستعمل لهذا الانتاج التركيبى (انتاج الكربوايدرات) كلمة أخرى خاصة بالنباتات الخضراء . وبما أن هذه العملية تتوقف على الضوء فقد اقترح لها لفظ "التركيب الضوئى" ونرى اطلاق هذا الاصطلاح أو كلم "تثيت الكربون" بدل لفظ "تمثيل" .

أما حقيقة طبيعة الكربوايدرات الذى يتكون أولا أثناء العملية فغير معروفة . ولكن العالم فون بير (Von Baeyer) ارتأى أن الفورمالدهيد (ك بد ١) هو أول ما ينتج بناء على المعادلة :



وأن هذا المركب يتكثف بعد ذلك فيصبح كربوايدرات قانونه (ك بد ١) . على أنه لا يمكن العثور على الفورمالدهيد فى الأنسجة التى يحدث فيها تثيت الكربون ، فضلا عن أن تجارب بوكورنى (Bokorny) تين أن النباتات قد تستعمل الفورمالدهيد فى بعض الظروف لانتاج كربوايدرات فان القول بأن هذا المركب هو أول درجة فى تكوين المركبات الكربونية من ثانى أكسيد الكربون والماء ليس إلا نظرية فرضية .

فأما ما لا شك فيه فهو أن أنواع السكر تتكون على عجل فى خلايا البرنشيمة الورقية بعد أن تمتص أوراق النبات الخضراء ثانى أكسيد الكربون من الهواء . وتدل الأبحاث الباهرة التى عملها براون وموريس أن نوع السكر الذى يصنع أولا هو سكر القصب ثم أن الدكستروز واللفيولوز والمالتوز تظهر فى الأوراق تبعا لفعل الأنزيمات فيما تكون قبلها من سكر القصب والنشا .

وإذا بلغ تجمع السكر في الأوراق من كثير من النباتات حدًا محدودًا كُوتت البلاستات اللونية (كلورو بلاست) منه حبوبًا نشوية وتظهر هذه الحبوب في باطن مادة الكلورو بلاستات وكانت أول حاصل منظور من عملية تثبيت الكربون . ويتوقف المقدار الكلي لأنواع الكربويدرات الناتجة بواسطة أوراق ذات مساحة واحدة على الخواص الحيوية الباطنية التي لمختلف أنواع النباتات واليك مثلاً : تنتج ورقة هلياثوس من هذه المواد في وقت معين أكثر مما تنتجه ورقة من نبات الفول القصير (Dwarf bean) ذات مساحة مساوية لمساحة تلك . فقد وجد "براون" و"موريس" أن المقدار الذي يصنعه النبات الأول في اثنتي عشرة ساعة في يوم معتدل الضوء كان أزيد من ١٢ حبة من الكربوايدرات لكل متر مربع من السطح الورقي .

٢ - ويتوقف صنع أو تركيب المواد الكربوايدراتية بالطريقة المشروحة على شرائط أهمها ما يأتي :

- (١) أن تكون النباتات حية .
- (٢) أن يكون ثاني أكسيد الكربون موجوداً في الهواء المحيط بالأوراق
- (٣) أن تشمل الأوراق على كلورو بلاستات .
- (٤) أن يتيسر مقدار معلوم من شدة في الضوء .
- (٥) أن تكون هناك درجة مناسبة من الحرارة لاجراء العملية .
- (٦) "تثبيت الكربون" يتأثر أيضاً بوجود أو فقدان بعض المواد المعدنية ولا سيما مركبات البوتاسيوم التي يحصل عليها من التربة ولكن الوظيفة الخاصة التي تؤديها في العملية غير معروفة وعملية "تثبيت الكربون" عملية حيوية تنقطع بموت النبات .

والنباتات التى توجد فى هواء استخراج منه ثانى أوكسيد الكربون لا تزاد فى وزن جوامدها ثم يصيبها الموت بعد مدة بسبب الجوع . كما أنها لا تستطيع أن تعيش فى جو لا يشغله إلا ثانى أوكسيد الكربون ولكنها قادرة على القيام "بتثبيت الكربون" فى هواء يشتمل على ٢٠ الى ٣٠ فى المائة من هذا الغاز . وتثبت الكربوايدرات — تبعاً لتجارب مونتمارتينى (Montemartini) — يحصل على أحسن حال وأقصى سرعة فى هواء يشتمل على ٤ فى المائة من ثانى أوكسيد الكربون وهو ستة أمثال ما يوجد منه عادة فى الجو أو سبعة أمثاله . والظاهر أن عملية "تثبيت الكربون" إنما تقوم بها بعض أجزاء مخصصة من بروتوبلازم الخلايا أى الكلوروبلاستات إذ أن هذه العملية لا تحدث إلا فى الأوراق والأجزاء التى هى خضراء . فأما الجذور وبتلات الأزهار والأجزاء البيضاء من الأوراق الملونة التى خلت من الكلوروبلاستات فليس لها يد فى هذه العملية وكذلك الأمر فى النباتات الطفيلية والسبروفيتية التى هى خالية من هذه الكيانات (الكلوروبلاستات) فانها غير قادرة على استعمال ثانى أوكسيد الكربون لتكوين — أو تركيب — المواد الكربوايدراتية . فأما أوراق الباذنجان الأرجوانى والبنجر الأحمر وغيرهما من النباتات فلها عصارة خلوية تضرب الى الحمرة تخفى تحتها اخضرار لون الكلوروبلاستات الموجودة فى البرنسيمتين البالسيدية (Palisade) والاسفنجية من هذه الأوراق . وعليه فهذه النباتات تقوم بعملية "تثبيت الكربون" كما تقوم ذوات الأوراق الخضراء العادية .

والكلوروبلاستات كيانات صغيرة مطمورة فى سيتوبلازم الخلية ، يتخلل مادتها صبغ أخضر يسمى "الكلوروفيل" أى الخضير تصحبه مادة برتقانية تضرب الى الحمرة وتعرف "بالكاروتين" (Carotin) ومادة صفراء تسمى "زانثوفيل" (Xanthophyll) ملحقة بالكاروتين .

أما طبيعة الكلوروفيل (الخصير) الكيماوية فغير معروفة على أن تولده يتوقف بصورة ما على وجود عنصر الحديد في النباتات وإن كان لا يظهر أنه يشتمل على هذا العنصر .

وكلوروبلاستات النباتات المزروعة في الظلام أو التي تغطي مدة ماتفقد اخضرار لونها وتصبح عديمة اللون أو صفراء باهتة .

ويتوقف تولد الكلوروفيل على الضوء ماعدا كلوروفيل الكلوروبلاستات الموجودة في أجنة بعض النباتات . وعليه فالفلقتان وأول أوراق أغلب البوادر والأوراق الناشئة من البراعم الأرضية من النباتات المعمرة هي وحدها التي تخضر عند ما تصل إلى سطح التربة . كما أن تكون الكلوروفيل يتأثر بالحرارة ، فإن بلاستيدات كثير من النباتات النامية في الظلام لا تحدث لونها أخضر حتى ولو عرضت للنور إذا كانت الحرارة تحت درجة التجمد ولكنها تحدث هذا اللون على درجات أعلى من تلك .

ويستخرج الكلوروفيل بواسطة الكؤول ولعله يكون إذ ذاك على صورة متغيرة . محاليله فلورية أى متلونة فتظهر حمراء كالدم إذا هي نظرت بضوء منعكس وتظهر خضراء إذا نظرت بضوء ممترق . وإذا عوملت بالحوامض تغير لونها فأصبح أخضر كدرا ضاربا إلى السمرة وبعد موت سيتوبلازم الخلايا تنتشر العصارة الخلوية الحمضية التي توجد في باطن تجويف الخلايا والنبات حتى خلال السيتوبلازم حتى تبلغ إلى الكلوروبلاستات فتدعوها إلى التغير إلى لون الخضرة السمرء التي هي خاصة بالأوراق الميتة . وليس تكوين الكلوروفيل بالأمر الوحيد الذي يكون الضوء له ضروريا بل الضوء ضروري مباشرة لعملية تثبيت الكربون إذ أن الانرجى (Energy) أى القدرة اللازمة لتحليل ثاني أكسيد الكربون والماء المستعماين في هذه العملية مستمدة من

انرجى أشعة الشمس ولا تستطيع النباتات الخضراء أن تحدث تركيب المواد الكربوايدراتية من ثانى أوكسيد الكربون والماء فى الظلام . ولذلك فهى فى هذه الظروف تفقد من وزن جوامدها نظرا الى مايفقد منه فى عملية التنفس الحاصلة فى كل الأوقات (أنظر الفصل التاسع عشر) .

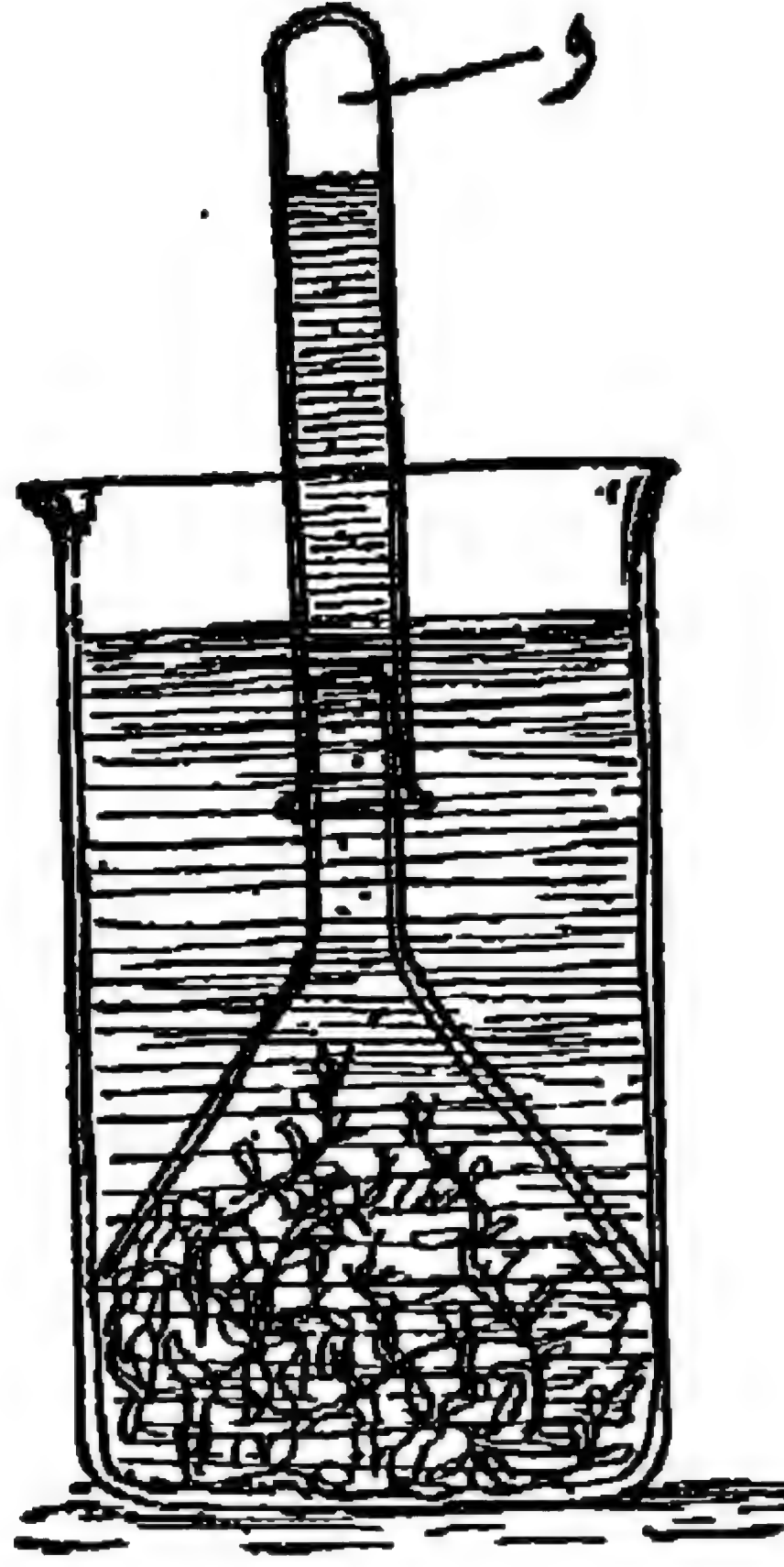
لايكون صنع المركبات الكربونية فى الظل وفى الأمكنة السيئة الاضاءة وفى الصوبات وفى أيام الشتاء الغائمة إلا قليلا لا يكفى فى الغالب لامداد النباتات بحاجاتها الصحيحة . و بازدياد شدة الضوء يزداد "تثبيت الكربون" ازديادا نسبيا حتى يصل الى الدرجة القصوى وهذه لا يوصل اليها فى كثير من النباتات حتى تكون معرضة لضوء الشمس مباشرة .

على أن من النباتات التى تألف الظل ما يحتاج الى مقدار شدة فى الضوء معتدلة لتغذيته تغذية صحيحة . فاذا عرضت الى ضوء شديد قل تنشطها أو وقف . وأصاب الأذى كلوروبلاستاتها وغيرها من محتوياتها الخلوية البروتوبلازمية .

. وخلايا البشرة فى أغلب النباتات خالية من الكلوروبلاستات ؛ ولا شك أن محتويات خلايا هذا النسيج تحمى كلوروبلاستات الأنسجة الواقعة بعدها من سوء فعل شدة الضوء وفضلا عن ذلك فان الكلوروبلاستات تنقل الى مواضع أكثر افادة لها فى باطن الخلايا اذا أصبحت شدة الضوء الواقع على الأوراق بالغلة .

والأشعة الحمراء والبرتقائية والصفراء الموجودة فى ضوء الشمس هى أشد الأشعة أثرا فى "تثبيت الكربون" أما الأشعة الأرجوانية والبنفسجية فليس لها من الأثر فى هذه العملية إلا قليل جدا .

ألم صفة ٢٠١



(شكل ٧٨)

”تثبيت الكربون“ في كثير من النباتات يحدث بمقدار قليل على درجة أو اثنتين فوق درجة التجمد فاذا ازدادت درجة الحرارة ازدادت العملية تنشطاً حتى تصل الى درجة ٢٠ سـ ج أو ٢٥ سـ ج فأما بعد هذه الدرجة فإن هذه العملية يقل تنشطها حتى اذا بلغت درجة ٥٦ سـ ج وقفت وانهى الأمر بموت النبات .

تج ١١٢ : ضع بعض فراخ من البوتاموجيتون (Potamogeton) في كوبة ملاءى بالماء وضع قعاً زجاجياً فيها مقلوباً كما في شكل (٧٨) وضع أنبوبة اختبار ملاءى بالماء على طرف القمع . وعرض جميع ذلك لنور ضاح ولاحظ أن فقائيع من الغاز تصعد عن أوراق النباتات وتجمع في نقطة (و) في الأنبوبة الاختبارية وبعد أن تجتمع بضعة مستبشرات مكعبة من الغاز في الأنبوبة انزعها من القمع وضع ابهامك على الطرف المفتوح منها وهي تحت الماء حتى تمنع الهواء من الدخول . ثم ارفع الأنبوبة من الماء رفماً كلياً واقلها ولا يفارق ابهامك طرفها الذى مددته طول المدة ، ثم ارفع ابهامك وأنزل عود ثقاب متجمر في الغاز .

أجل ، ان الغاز المتجمع ليس أوكسيجيناً نقياً ولكنه يشتمل على نسبة منه عظيمة ولذلك يسبب لعود الثقاب المتجمر أن يلهب عند وضعه فيه .

تج ١١٣ : (١) أربط فرخاً طرفياً من نبات البوتاموجيتون طوله ٤ بوصات أو ٦ بقضيب زجاجى وضعه بحيث يكون الطرف المقطوع من الفرخ الى أعلى في أنبوبة زجاجية ملاءى بماء بئر .

عرض جميع ذلك الى ضوء نهار ضاح ، وأرقب وعد فقائيع الأوكسيجين التى تصعد عند الطرف المقطوع من الفرخ في دقيقتين أو ثلاث .

(٢) انقل هذا الجهاز الى مكان سيء الاضاءة وعد الفقائيع التى تنطلق في نفس الوقت السابق . واذكر هل يزداد عددها اذا عرّضت النبات لضوء ضاح عما اذا عرّضت لضوء مظلم أم لا ؟

تج ١١٤ : أعد هذه التجربة ولكن استعمل فيها ماء سبق لك غلية حتى اخرج منه كل غاز ثانى أوكسيد الكربون . ولاحظ أنه لا ينطلق من الورق إلا قليل من الغاز إن لم يمتنع بتاتا . عند ذلك أضف مقدارا من ثانى أوكسيد الكربون الى الماء بأن تنفخ في أنبوبة زجاجية منغمسة فيه .

تج ١١٥ : أعد التجربة ١١٢ واستعمل جذورا وأزهارا وغيرها من الأجزاء النباتية غير الخضراء لتبين أنه لا ينطلق أوكسيجين من مثل هذه الأجزاء .

تج ١١٦ : (١) أقطف ورقة من بعض النباتات العريضة الأوراق وذلك فى عصر يوم دافى . وضاح الضوء . واختبر هل تجدد بها نشا . وذلك بأن تضعها أولا فى ماء غالى مدة دقيقة تنقلها بعدها الى اناء فيه كؤلات ممثلة دافئة لاذابة الخضير وغيره من الأصباغ . وارك الأوراق فى هذا الاناء بضع ساعات حتى يبهت لونها ثم انقلها بعد ذلك الى طبق فيه محلول اليود (أنظر تج ٧٩) .

فاذا كانت الأوراق تشتمل على نشا انقلبت سوداء أو أرجوانية قائمة .

(٢) اختبر هل تجدد نشا فى الأوراق المبقعة باطخ بيضاء وبين أن لا نشا فى الأجزاء البيضاء التى خلت من الكلورو بلاستات .

تج ١١٧ : (١) ادهن ورقة كثرى بالزبدة أو الشحم على جانبها لسد الثغور واركها بعد ذلك يومين وفى عصر اليوم الثالث أزل الزبدة أو الشحم بماء حار واختبر هل تجدد نشا فى الورقة .

ولاحظ أنه لا يتكون نشا فى النصف الذى منع غاز ثانى أكسيد الكربون من الدخول اليه .

(٢) ادهن السطح الأعلى فقط من ورقة كثرى والسطح الأسفل من ورقة كثرى أخرى . واركها ثلاثه أيام ثم ابحث عن النشا .

وابحث أى الورقتين أحوى للنشا ، ثم تحقق على أى السطحين تكثر الثغور .

تج ١١٨ : لبيان تأثير الظلام فى تكوين النشا ضع ورقة تروبيولم مربوطة فى كيس من الورق الأسمر حتى لا يدخل اليها نور بته ودعها كذلك يومين ثم ابحث عن وجود النشا .

تج ١١٩ : اغل مقداراً من أوراق النجيليات دقيقة أو اثنين ثم اترع منها الخضير بوضع الأوراق فى كؤول قوى فى خزانة مظلمة .

وصب بعض المحلول فى كوب أو فى أنبوبة كبيرة ولاحظ اخضرار لون المحلول عند عرضه فى النور وحرته القائمة اذا نظر اليه بنور منعكس عنه .

ولاحظ ما يحدث من التأثير فى الضوء عند وضع بعض نقط من الحامض الأيدروكلوريك الى المحلول .

تج ١٢٠ : انبت بعض بواذر من القمح والجرذل والبازلاء فى ظلام دامس . ولاحظ أن أوراق هذه البواذر لا تكون خضراء . ثم عرّض النباتات للضوء وراقب الوقت الذى تبدو فيه أول علامات اخضرار اللون للعين .

تج ١٢١ : ضع ماجورا أو سلطانية أو حوضاً مقلوبا على مكان من غيط ثابت حتى يمتنع الضوء عن النبات الذى تحته . وراقب كيف يفقد النبات اخضرار لونه بعد أيام .

الفصل السابع عشر

تكوين البروتينات — نقل الزاد واختزانه

١ — تحدث على الدوام في جسم النبات عدة تغيرات كيميائية عظيمة يطلق على مجملها اسم "العمليات الميتابولية" أو "الميتابولزم" (Metabolism) (التغير الغذائي) ومن هذه العمليات ما يؤدي — كالتى سبق بحثها في الفصل السابق — الى تكوين مركبات معقدة من مركبات أبسط منها . وتسمى هذه العمليات "بالانابولية" أو "بالانابولزم" (Anabolism) . (التحويل الغذائي التشييدى) . فأما تلك التى تؤدي الى تحليل المركبات المعقدة الى مركبات أبسط منها فتدرج تحت اسم "الكatabولزم" (Catabolism) . (التحويل الغذائي التحليلي) .

فأما الظروف التى تحدث فيها التفاعلات الكيميائية في جسم النبات الحى فهي أشد وأعظم تعقيدا من تلك التى نصادفها في المعامل الكيميائية وربما كانت تخالفها جذا المخالفة ولا تزال معلوماتنا عن التغيرات الكيميائية التى تعنى بانتاج كثير من المركبات العضوية المختلفة الموجودة في النباتات قليلة جدا غير كاملة .

تكوين البروتينات

ليس تركيب أنواع السكر وغيره من المركبات الكربوهيدراتية من مواد غذائية بسيطة غير عضوية بالأمر الوحيد الذى يحدث أثناء نمو النباتات الخضراء بل يحدث أيضا بناء مركبات عضوية أخرى أهمها ما يشتمل على الأزوت وهذه هي الأميدات والبروتينات .

فأما المصادر الطبيعية التى تستمد منها النباتات الخضراء ما يلزمها من الأزوت أى النيتروجين لانتاج هذه المركبات فهى :

- (١) الأزوت الخالص غير المتحد الذى يوجد فى الجوّ
- (٢) مركبات الدبال الأزوتية العضوية المعقدة التى فى الأرض .
- (٣) الأملاح النوشادرية الموجودة فى الأرض .
- (٤) الأزونات أى النترات .

والظاهر أن الفصيلة البقلية دون سائر النباتات العليا التى تعيش فى سيمبيوسيس (Symbiosis) مع البكتريوم هى وحدها القادرة على الانتفاع بالأزوت السائب فى الهواء . وقد أثبت بواسطة المزارع الرملية والمائية أن النباتات الخضراء ان كانت تستطيع أن تستعمل الأملاح النوشادرية كالبوليا واللوسين وكثيرا من المركبات العضوية الأزوتية مباشرة فانها تجود اذا هى امدت بأزوت على صورة نترات ، وهذا صحيح حتى فى النباتات البقلية التى تستطيع فى الظروف المذكورة أن تحصل على أزوتها من الجوّ .

وبما أن الأملاح النوشادرية والمركبات الأزوتية العضوية من البراز والبول والدبال اذا هى وضعت فى الأرض تتغير فى النهاية الى نترات فيستنتج أن النباتات تحصل فى العادة على أهم جزء من الأزوت الذى تحتاج اليه من أزوتات الكلز والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم الموجودة فى الأرض .

ولا تزال التغيرات الكيماوية التى تحدث للنترات بعد أن تمتصها النباتات وكذا الأنسجة أو الأعضاء التى تحصل فيها هذه العمليات غير معروفة تقريبا وتختلف النباتات بعضها عن بعض فى طريقة أخذ النترات ، فقد يوجد النترات فى بعض الأنواع شائعة فى كل أجزائها . ولا يوجد فى غيرها إلا

في الساق والجذور وفي بعضها لا يوجد بنة والظاهر في هذه الحالة أن هذه المركبات تتحلل بمجرد دخولها أطراف النباتات أى في الشعرات الجذرية وفي ألياف الجذر الواهنة .

وقد يستنتج من هذا أن بين المركبات النيتراتية البسيطة التي تمتص من التربة وبين البروتيدات المتشجة في النباتات حواصل وسطية كثيرة يصنعها النبات . فاما ماهية هذه الحواصل فلا تعرف يقينا ولكن لاشك أن مادة الاسباراجين (الحامض الأميدوسكسناميك) (Succinamic) هي من ضمن المواد الأزوتية الوسطية التي تبني منها البروتيدات في النهاية بمعونة الكربوايدرات التي سبق تكونها وربما كان منها غير الاسباراجين من الأميدات والحوامض الأميدية .

ويظهر أن بناء البروتيدات من الاسباراجين وأنواع السكر في بعض الأحوال ، يحدث في الأوراق وربما استمر في الظلام ولكن في بعض الأحيان تزداد سرعة العملية اذا تعرضت النباتات للضوء . ويحدث مثل هذا الصنع في الجذور وربما حدث في غيرها من أجزاء النباتات .

وقد بين العالم "شولتز" (Schultze) وغيره أن في استطاعة النباتات أن تستعمل النترات وأملاح النوشادر لصنع الاسباراجين وغيره من المركبات الأميدية الملاحقة به . وظروف تكون الاسباراجين من النترات هي — كما قال العالم سوزوكي (Suzuki) — ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا ١٠ ووجود السكر .

وفضلا عن تكون الاسباراجين بطريقة التركيب الكيماوى من النترات أو الأملاح النوشادرية والسكر ، فانه يظهر أنه ينتج في النباتات بتحال البروتيدات فيمكن أن يستعمل هذا الاسباراجين ثانيا لتجديد بروتيدات اذا وجد من المواد الكربوايدراتية مدد موافقة لاتمام عملية التركيب .

ويقوم بعض المركبات غير العضوية — خلاف النترات — مثل السلفات والفوسفات فى عملية تكوين البروتينات اذ أنها تشتمل على كبريت وفى بعض الأحيان على فوسفور أيضا ؛ وربما دخل فى تركيب البروتينات المعقدة بعض العناصر المعدنية كالـ بوتاسيوم والـ كالسيوم المعروفة بضرورتها لتغذية النباتات .

٣ — استعمال ونقل واختزان المواد النباتية الزائدة .

إن المركبات العضوية الشتى التى تصنع بواسطة العمليات الأنايولية (التشيدية) تستخدم بطرق مختلفة . وذلك أن مقداراً مائى المواد السكرية والدهنية يستهلك فى عملية التنفس . وفى النباتات التى توضع فى الظلام وفى الأطوار الأولى من نمو البذور وفى الدرنات والبصلات ، تؤدى العمليات التنفسية الاتلافية الى فقدان مقدار عظيم من الكربون ينطلق فى الجو على صورة ثانى أكسيد الكربون وفى هذه الظروف يحدث نقص فى وزن المواد الجافة من النبات على أنه اذا تم نمو الأوراق والأعضاء التى تعنى بأمر تثبيت الكربون حدثت زيادة مطردة فى الوزن الجاف من مبدأ حياة النبات الى نهايتها اذ تكون الانايولزم أى التشيد أزيد بكثير من الكاتايلزم أى عمليات التحليل .

والجزء الأكبر من المواد السكرية والدهنية والبروتينية وغيرها من المركبات العضوية التى تضعها النباتات يستخدم فى بناء الجدر الخلوية وپروتوپلازم الخلايا الحديثة ، الناشئة عند نقط النمو وفى تغذية پروتوپلازم الخلايا البالغة وكذا فى تخزين جدرها الخلوية . وفى ظروف النمو العادية يبنى من المواد العضوية مقداراً كثيراً مما يحتاج اليه الأمر للتغذية الضرورية للنبات ولذلك فالزائد منها يخزن لتغذية نسلها واذا كان النبات معمر كان ذلك الاختزان لسد حاجته من الغذاء فيما بعد ذلك من أدوار نموه .

ويظهر أن سكر القصب كما دلت أبحاث "براون" (Brown) و"موريس" (Moris) هو أول ما ينشأ عن عملية تثبيت الكربون التي تقوم بها الأوراق الخضراء.

ويظهر أيضا أن سكر القصب يتحول بعد ذلك بواسطة الأنزيمات المحولة في الأوراق إلى دكستروز وليفيولوز، ثم ينتقل هذا السكر من النصل الورقي إلى العنق ثم إلى الساق ومنها ينتقل على استطالتها إلى البراعم ونقط النمو وغيرها من أجزاء الجذر والفرخ حيث يكون النمو وتكوين الأعضاء أو الأنسجة الجديدة جاريا وكذلك إلى المراكز التي تدخر فيها الأغذية الاحتياطية.

وتؤثر أنزيم الدياستاز الموجودة في الخلايا في النشا المتكون في كلوروبلاستات النصول الورقية فتحوله إلى مالتوز وهذا ينتقل من الورقة مع بقية أنواع السكر إلى مراكز التغذية والاختزان ويزداد الدياستاز في الأوراق المحفوظة في الظلام.

وعلى ذلك يكون تقلص النشا أسرع ما يكون في الليل.

وأنواع السكر وغيره من المواد الكربوهيدراتية تنتقل في النبات بطريقة الانتشار الغشائي من خلية إلى خلية. وأكثر ما ينقل منه إنما يكون من الأوراق إلى الساق خلال الفلويم والخلايا البرنشيمية المستطيلة التي تحيط بالحزم الوعائية؛ وفي الساق والجذور تنتقل هذه المركبات خلال أنسجة الفلويم وربما كان خلال الأجزاء الداخلة من القشرة إلى حد قليل.

وتتلقى الأشعة النخاعية من الفلويم المواد التي تصنع في الأوراق وتحملها إلى الكامبيوم وإلى الأجزاء الحية من الزيلم التي تحتاج إلى تغذية.

أما البروتيدات وهي تنتشر ببطء عظيم أو لا تنتشر بته خلال الجذر الخلوية فتنتقل مسافات طويلة في السوق والجذور خلال أنابيب الفلويم الغربالية

المفتحة وتؤثر الانزيمات فى هذه المركبات أيضا فتحللها الى بيتونات والى أنواع الاميدات والاسباراجين واللوسين والتريوسين التى تنتشر بسهولة عظيمة .

ويسير تيار العصارة الحامل للمواد الغذائية الخام من الأرض الى الأوراق من خلال الزيلم . فاما الغذاء المصطنع فينقل على الأخص خلال الفلويم ولا يعترض سير الماء من أدنى الى أعلى نزع حلقة كاملة من القشرة من ساق شجرة محزوزة الى نطاق الزيلم ولكنه يمنع تيار الغذاء المجهز من النزول الى الجذور ، وعليه فاذا لم يلتئم الجرح بتكون نسيج موصل جديد على عرض الجزء المكشوف ماتت الجذور جوعا وأذنت الشجرة بالبلى . ويتوقف مقدار الزمن الذى تعيش فيه الشجرة بعد قطع مثل تلك الحلقة منها على نوع الشجرة وكذلك على مقدار المواد العضوية المختزنة فى أرومة الجذر وفى الجذور قبل أن تجرح .

على أن الجذور المجروحة بحلقات تعمل فيها تعيش مدة غير محدودة إذ نشأت فراخ عرضية أدنى الجزء المجروح إذ أن هذه الفراخ الورقية تصنع مواد عضوية . وبما أن هناك اتصالا غير منقطع بين مثل هذه الفراخ الجديدة والجهاز الجذرى فان هذه الجذور تستطيع أن تتلقى مقداراً ما من المواد المغذية التى قد تكون كافية لاعانتها على النمو مدة طويلة وتمتنع المواد المصنوعة فى فرخ أو فرع من الشجرة من تركه اذا جرح بعمل حلقة فيه كالسابق شرحها . وعلى ذلك فالفرخ والثمار التى تكون عليه تنمو مزهرة تبعا لزيادة مدد غذائها .

ويغلب أن يحدث نمو خاص فى أنسجة الزيلم والفلويم فوق الجزء المجروح بالحلقة مباشرة تبعا لتجمع المواد الغذائية واستخدامها فى تلك النقطة وترى مثل هذه التخانة أو الاتساع فى الساق بسبب عوق سير العصير المجهز فوق النقطة التى رشقت فيها الطعوم على الاصول فى عملية التطعيم ولا سيما اذا كان اتصال الجزئين المطعمين غير كامل .

وإذا ربط سلك أو حبل ربطا شديدا حول الأشجار والفروع أدى الى مثل هذه النتائج .

تج ١٢٢ : اترع بعض أوراق من نبات التروبولوم والبرسيم وغيرهما من النباتات في العصر واجتث عن وجود النشا فيها بواسطة اليود كما في تج ١١٦ . واطرع من نفس النباتات أوراقا في الصباح الأبد من اليوم التالى واجتث عن وجود النشا فيها .
قارن بين جمعة العصر وجمعة الصباح ولاحظ أن النشا في جمعة العصر أوفر .

تج ١٢٣ : اترع في الربيع أو في أوائل الصيف حلقة عرضها نصف بوصة تقريبا من قشرة فروع أشجار مختلفة واطرع من بعض هذه الفروع حلقتين أو ثلاثا من القشرة قريبة بعضها من بعض حتى يمكن ترك برعم على بعض الأجزاء التى لم تعمل فيها حلقة وتحل من البراعم غيرها .

وراقب نمو أجزاء الفراخ الموجودة تحت الحلقة وفوقها وانظر هل البراعم الموجودة بين الحلقتين نامية نموًا مرضيا ؟

تج ١٢٤ : اقطع قبل تفتح البراعم الورقية في الربيع عقلا من الصفصاف طولها قدم تقريبا بحيث تكون من أجزاء فراخ مستوفاة النمو من السنة الماضية واعمل حلقة في كل عقلة على مسافة قيراط ونصف من قواعدها وضع بعضها في الماء وبعضها في تربة رطبة . واطرها حتى تبدر جذور عرضية ، ولاحظ ارتقاء نمو الجذور والبراعم فوق الجزء الذى عملت فيه الحلقة وتحت وكذلك حجمها النسبي .

تج ١٢٥ : احكم ربط فتلة أو سلك حول فرع شجرة ولها عليه مرتين أو ثلاثا ولاحظ ما يعقب من نمو الأعضاء الشتية فوق الجزء المربوط وتحت .

ان المادة العضوية الزائدة التى يصنعها النبات تنقل الى أجزاء شتية من جسمه لتخزن لاستخدامها في المستقبل . ففي النباتات الحولية يختزن الغذاء في البزور فقط وفي القمح وغيره من الغلال يصبح اندوسبرم البزرة غاصبا به على التدرج . أما في البازلاء والفول وغيرهما من النباتات الحولية فان الغذاء يختزن في فلقات الجنين وفي النباتات ذات السنتين والمعمرة تملأ البزور بالغذاء المختزن على نحو ما سبق الوصف ولكن هذه النباتات تجمع وتختزن مقدارا عظيما من المواد

العضوية قبل انتهاء سنة نمو واحدة فى أعضائها الخضراوية وتستخدم هذه المواد فى تغذية الكامبيوم والبراعم والجذور وتميتها أثناء الأيام الأولى من سنة النمو التالية. أما فى اللفت والجزر فإن المواد الاحتياطية تختزن فى الجذور، وفى البصل والثوم تختزن فى أوراق البصلات، وفى البطاطس فى الدرنات، وفى السيرس اسكولنتس، وكثير من النباتات العشبية المعمرة تختزن فى الريزومات أو فى أرومة الجذور.

وتختزن الأشجار والشجيرات غذاءها الاحتياطى فى برنشيمة القشرة عادة وفى الأشعة النخاعية من السوق.

وفى أنواع البصل وكثير من البصلات يختزن احتياطى كربوايدراتها عادة على صورة سكرودكستروز. أما الفواكه فإن كثيرا منها تخزنها على صورة ليثيولوز فى عصارتها الخلووية وفى قصب السكر وقصب البنجر واللفت وأمثالها يكون المختزن من الغذاء سكرًا قصبيا مذوبا فى العصارة الخلووية وفى درنات الطرطوفة يقوم الأنولين بمقام السكر المذكور. وفى أغلب النباتات تختزن المواد الاحتياطية عادة على صورة جامدة غير قابلة للذوبان وفى هذه الحالة تشغل هذه المواد مكانا أضيق مما إذا كانت ذائبة.

وأشيع مختزن كربوايدراتى جامد هو النشا وهذا يكون على صورة حبوب صغيرة كما سبق الوصف. وفى بعض الأحوال تتكون بعض حبيبات نشوية صغيرة فى باطن السيتوبلازم ولكن الحبوب الكبرى التى تكون فى مراكز الاختزان الخاصة إنما يولدها لبوكوبلاستات الخلايا من أنواع السكر التى تنقل إليها من الأوراق حيث تجرى عملية تثبيت الكربون وعليه فالنشا فى الحبوب الغلالية وفى درنات البطاطس وفى الأشعة النخاعية وقشرة الأشجار فى الشتاء يتكون من أنواع من السكر سبق صنعها فى الأوراق.

وحبوب النشا التي تتكونها الليوكوبلاستات هي في العادة أكبر حجما من تلك التي تتكون مؤقتا وتختزن في كلوروبلاستات الأوراق، وفي بعض البزور تختزن المادة الاحتياطية من الكربوهيدرات على صورة جدر خلوية متخنة تشمل على مادة الهيميسلولوز .

والدهون والزيوت الثابتة التي تحدث في بزور الكتان والقطر وغيرها هي مواد احتياطية غير أزوتية وأول ما ترى هذه المواد على صورة نقط دقيقة في البروتوبلازم ، وتجري هذه النقط الصغيرة بعضها الى بعض حتى تكون نقطا كبيرة . وفي بعض الأحوال يظهر أن الدهون والزيوت تصنع من الدكستروز وغيره من أنواع السكر . أما في غيرها فتولد من تحويل النشا :

والاسپاراچين والوسين والجلوتامين وغيره من المركبات في الأميدية تكون في الغالب أهم مختزن من المواد الأزوتية الموجودة في العصارة الخلوية من الدرناات والجذور وريزومات النبات . فاذا تقدمت الدرناات والجذور نحو البلوغ انقلب بعض هذه المركبات الى بروتيدات ، وفي بعض البزور الناضجة تكاد تتكون المادة الأزوتية الاحتياطية من بروتيدات مختزنة على صورة حبوب البيرونية (Aleuron-grains) جامدة ، وكل غير ذات شكل ولا يوجد فيها إلا قليل من المركبات الأميدية .

ويلاحظ أن المواد المختزنة بالفعل هي في العادة مختلفة في تركيبها الكيماوى وفي قابليتها للذوبان ، عن المواد العضوية التي نقلت الى الخلايا حيث يجري ، الاختزان . فاحدى صور السكر تتغير الى صورة أخرى من السكر بعد دخوله في الخلية أو تستخدمه الليوكوبلاستات في تكوين حبوب النشا ، وعليه فالعصارة الخلوية تصبح أقل تركزا من صنف السكر الذى دخل فيها ويتجدد الانتشار الغشائى .

بهذه التغيرات يمكن استمرار خزن المواد الاحتياطية وإلا فانت العصاره الخلوية من الأنسجة الاختزانية تصبح من التركيز بحيث لا يمكن انتقال المادة الى الخلية بواسطة الانتشار الغشائى وفضلا عن ذلك فان تغير مادة انتشارية قابلية للذوبان الى صورة غير قابلة للذوبان يمنع انتفاخ الخلايا أن يكون مفرطا .
 نج ١٢٦ : اقطع قطاعات عرضية من أفرع العام الماضى من كثير من الأشجار فى الشتاء وضعها برهة فى محلول يود (أنظر نج ٧٩) وبعد ذلك ثبتها فى الماء وافحصها بالشيئة الصغرى ولاحظ فى أى الأنسجة يوجد السكر بوفرة .

تغذية أنصاف الطفيليات وأنصاف السبروفيتات

من النباتات الخضراء ما يظهر أنه يأخذ بعض مواد عضوية جاهزة سواء من نباتات حية أو من الدبال بخلاف ما له من القدرة على تكوين مواد عضوية من ثانى أوكسيد الكربون والماء والنيترات وغير ذلك من المواد غير العضوية البسيطة ومن هذا الفريق نباتات تعرف "بأنصاف الطفيليات" (Semi-parasites) .

تعلق بعض أجزاء من جذور هذه النباتات نفسها بواسطة ممصات (Haustoria) تلفها على جذور النباتات النامية بالقرب منها وتمتص منها مقدارا ما من المواد العضوية وإلا فانها اذا لم تعلق نفسها بهذه الطريقة على غيرها من النباتات لم يحسن نموها .

وهناك نباتات كثيرة منها أنواع الصنوبر والفصيلة المخروطية بالاجمال ، تظهر كأنما هى بالرغم من وجود كلوروبلاستات فيها تكمل مددها من المواد العضوية التى تصنعها بواسطة امتصاص مواد عضوية من الدبال المتحلل أو من عفن الورق (Leaf-mould) الذى يعثر على كثير من جذورها ناميا فيه .

وجذور أنصاف السبروفيت الخضراء هذه ليس لها شعيرات جذرية امتصاصية أو قد يكون لها قليل منها ومع ذلك فإنها تألف ميسيلة (Mycelium) بعض أنواع الفطر الموجودة في الدبال . ويسمى الفطر والجذر وهما مجتمعان "ميكوريزا" (Micorhiza) . وفي بعض النباتات تكون الميكوريزا أندوفيتية (Endophytic) يعيش إذ الفطر بعض العيش في باطن قشرة الجذر وفي غيرها يعلق على سطح الجذيرات ويغطيها بغطاء من الميسيلة أشبه بنسيج العنكبوت تنمو منه الهيفة (Hyphae) وتنتدى في الدبال وتمتص بعضه . ويسمى هذا النوع ميكوزيزا إيفيتية (Epiphytic) وربما كانت بعض مركبات الدبال العضوية تذيبها الفطر وتنقل مع غيرها من مركبات التربة الممتصة إلى النبات الذي يعيش معه الفطر . وعليه يبدو الفطر كأنه عامل مفيد إذ يعاون على الامتصاص وإلا لم يستطع النبات أن يوجد .

وقد وجد أن بؤادر الصنوبر تموت بعد مدة في أرض الغابات التي تعرض للماء الغالى أو لبخار الماء لقتل الفطر .

وبما أن نباتات هذا الفريق ذى الأوراق الخضراء ليست في حاجة لازمة للمواد الكربوايدراتية فقد يحتمل أن تكون وظيفة الفطر امتصاص المركبات النوشادرية والمواد الأزوتية العضوية وكذلك المواد الأخرى التي تشمل على مواد الرماد اللازمة لتكوين النبات .

الفصل الثامن عشر

الأنزيمات وهضم المواد المختزنة

ان المواد المختزنة فى البزور والدرنات والجذور وغيرها من أعضاء النباتات هى فى الغالب مواد جامدة غير قابلة للذوبان وتلك مثل النشا والحبوب الألوورونية التى لا يمكن ازالتها من الخلايا المقفلة التى تحتويها أو مركبات مثل الزيوت والدهون التى لاتوافق الانتشار السريع بواسطة الانتشار الغشائى وان كانت سائلة .

ولا بد قبل امكان نقل هذه المواد المختزنة من الانسجة ، التى هى مودعة فيها ، الى مراكز النمو التى يحتاج اليها فيها ، من هضمها أو تغيير صورتها الى مادة قابلة للذوبان سهلة التوزيع تستطيع التنقل فى المجارى العادية المهيئة لنقل الأغذية . ويظهر فى بعض الأحيان أن التغيير اللازم فى صورة المادة ناشئ من تأثير البروتوبلازم الحى تأثيرا مباشرا ، ولكن يحدث هذا التغيير فى كثير من الأحوال بواسطة الفاعلية (Activity) الكيماوية لمواد تسمى "أنزيمات" (Enzymes) أو نحائرفرزها السيتوبلازم .

ويعرف من هذه الأنزيمات عدد عظيم وكلها ينتسب الى فريق البروتيدات من المركبات العضوية . ويستطيع مقدار قليل جدا من كل منها أن يغير صورة مقدار غير محدود من المادة التى تؤثر هى فيها دون أن يصيبها التغير أو النقص أثناء العملية . والأنزيمات لاتستطيع العمل على درجة من الحرارة منخفضة ويهلك أغلبها اذا سخنت محاليلها الى حوالى درجة ٧٠ ° مئوية . فأما الدرجة

التي تناسبها للقيام بعملها مناسبة تامة فهي بين 30° و 60° مثنية وأكثر ماتكون فاعليتها الكيماوية في الظلام . فأما تعريضها لنور وضاح فانه يوقفها ويتلفها على التدريج .

٢ — واليك أهم الأنزيمات الحادثة في النباتات :

(١) الأنزيمات التي تغير الكربوهيدرات المختلفة غير القابلة للذوبان الى أنواع السكر .

(أ) ينسب الدياستاز الى هذا الفريق وهو يؤثر في النشا ويحوّله في النهاية الى مالتوز (Maltose) والى جزء صغير من مادة صمغية الشكل تسمى "دكسترين" (Dextrin) وذلك بعملية تحليل تدريجية مستمرة وتحدث صور أخرى من الدكسترين في غضون العملية ولكن سرعان ما تنقسم الى مالتوز : وبعضها يعطى اونا أسمر ضاربا الى الحمرة اذا عومل باليود .

ويرى في النباتات نوعان من الدياستاز مختلفان اختلافا قليلا جدا . فالنوع الذي يعرف "بدياستاز الإفراز" (Diastase of Secretion) مهمته تحليل النشا في البزور النابتة وأخص ما يكون في البزور النابتة من الشعير والغلّال والنجليات . وهذا النوع من الدياستاز الذي هو الانزيم الخاص الذي يوجد في المولت يأكل ما يكون في مادة حبوب النشا من الانخفاضات الشبيهة بالقر قبل أن يذيبها .

ويفرز هذا الانزيم في بزور الفصيلة النجيلية (Graminæ) بواسطة الخلايا الأسطوانية المستطيلة المكونة للطبقة السطحية أى بشرة ذلك الجانب من قصعة الجنين التي تتصل بالاندوسبرم . ثم ينتشر الدياستاز بعد تكونه بواسطة البشرة في الاندوسبرم ويغير النشا الى مالتوز وهذا تمتصه القصعة وينقل الى النقط النامية من الجنين المتكشف .

وتسمى الأنواع الأخرى من الدياستاز "بدياستاز الانتقال" (Diastase of Translocation) وهى أشيع انتشارا من دياستاز الافراز اذ توجد فى الأوراق والفراخ وغيرها من الأجزاء الخضرية من النبات وأكثر ما يكون الدياستاز فى الأوراق أثناء الليل أو اذا حفظ النبات فى ظلام وبواسطة يتغير النشا المتكثون فى كلورو بلاستات الأوراق الخضراء أثناء النهار الى سكر بالليل .

ويوجد هذا النوع من الدياستاز فى كل أجزاء درنات البطاطس النابتة ولكنه يكثر بالقرب من عيونها (Eyes) حيث يتبدى النمو وهو يحول نشا الدرنه الى سكر ثم ينقل هذا المركب الى الفراخ التالية وتفرز أيضا مقادير قليلة من هذا الدياستاز بواسطة الطبقة الألورونية (Aleuron-layer) فى اندوسبرم حبوب الغلال عند الانبات . والدياستاز النقلي يؤثر على درجة حرارة منخفضة أكثر من تأثير دياستاز الافراز ويذيب حبوب النشا دون سبق أكلها .

(ب) أثناء انبات حبوب الغلال يرى أن الجدر الخلوية من النسيج الأندوسبرى ، الواقعة بالقرب من الجنين وبالقرب من الطبقة الألورونية ، مفككة. ومدقوبة بواسطة فاعلية أنزيم يتبدى عمله قبل أن يتبدى الأنزيم الدياستازى فى اذابة النشا الموجود فى الحبة .

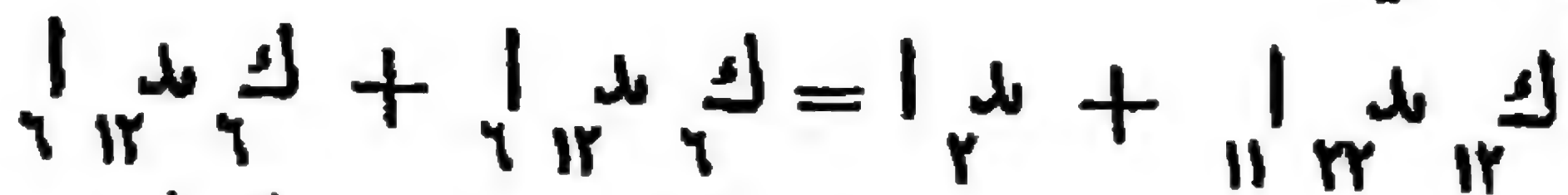
ويفرز بعض هذا الأنزيم المسمى "سايتاز" (Cytaze) بواسطة بشرة القصعة ولكن أخص ما يفرز منه يكون بواسطة خلايا الطبقة الألورونية ويوجد أيضا فى فلقات البازلاء النابتة وفى اندوسبرم نوع من أنواع الفصيلة البوليجونية (Polygoneum) . ويظهر أن وظيفته فى هذه الأحوال التخلص من الجدر الخلوية حتى يسمح بجعل الانتشار أسهل فيكون تأثير الدياستاز أسرع فى مخترن النشا .

ويوجد الساييتاز أيضا في بزور البلح ويوجد غالبا في البزور النابتة من كل تلك النباتات التي يشتمل مخزن غذاء جنينها على جدر خلوية متخنة مركبة من السميسلولوز (Hemicellulose) .

(٢) ويتغير الأنولين من المواد المخترنة الموجودة في درنات الطرطوفة الى لفيولوز عند الانبات بواسطة تأثير أنزيم يسمى "أنيلاز" (Inulase) وقد سبق ذكر وجود هذا الأنزيم في بصلات بعض النباتات الزنبقية التي تشتمل على أنولين (Inulin) .

٣ — ومن المواد المخترنة الشائعة جد الشبوع في عالم النبات مادة سكر القصب . وتشير التجارب الى أن هذه المادة لا تفيد وهي على هذه الصورة في تغذية البروتوبلازم تغذية مباشرة إلا قليلا وقد لا تفيد مطلقا على أنها تتغير بواسطة الأنزيم أثيرتاز أي الأثيرتين الى مخلوط من الدكستروز والفيولوز اللذين لهما قيمة غذائية مباشرة .

وفي النباتات الجذرية مثل بنجر السكر والجذر يرسل مقدار عظيم من المادة العضوية التي تصنع في الأوراق أثناء السنة الأولى من النمو الى الجذر ويخزن على صورة سكر القصب وهذه المادة المتخنة ينفع بها أثناء السنة التالية لتوليد سوق جديدة وأزهار وبزور ولكن قبل انتقالها من الجذور الى مراكز النمو المتجدد يحلل الأنزيم أثيرتاز سكر القصب الى دكستروز وفيولوز تبعا للمعادلة الآتية :



سكر القصب + ماء = دكستروز + فيولوز

هذه الصورة من التحلل في مركب تحللا يشمل تثبيت عناصر الماء يسمى "اكتساب الماء" (Hydrolysis) أو "تحللا مكسبا للماء" (Hydrolic) وهو من خواص فعل الأنزيمات كلها .

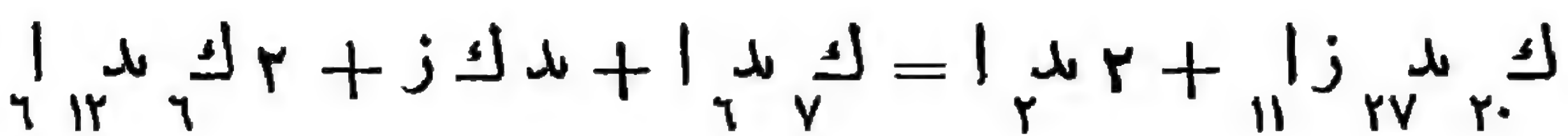
وقد وجد الأثر تاز فى أوراق النباتات الصغيرة. وفى جذورها وفى حبوب اللقاح النابتة وفى غيرها من أجزاء النباتات حيث يوجد سكر القصب .

٤ - بعض المواد التى تعرف بالجلوكوسيدات تحدث عادة فى الأنسجة النباتية ولكن لا تزال حقيقة وظيفتها وقيمتها الغذائية للنبات غير مدركة تمام الإدراك على أنها تكتسب ماءً بتأثير الحوامض وبعض الأثريمات فتصبح أنواعا نافعة من السكر وغيره من الأجسام ، تكون فى الغالب الدهيدات أو فينولات .

فأما السكر الذى ينتج فالغالب أن يكون دكستروز (جلوكوز) ومن هنا أطلق لفظ "جلوكوسيدات" (Glucosides) على مثل هذه المركبات .

وأحسن أمثلة هذه المركبات الأميجدالين (Amygdalin) الموجود فى كثير من النباتات الوردية والسنيجرين (Sinigrin) الذى فى الخردل وغيره من النباتات الصليبية والسالسين (Salicin) فى الصفصاف . وبعض المركبات القابضة الذائبة الانتشار فى كل أجزاء النباتات وتعرف "بالدباغ" أو "التين" (Tannin) هى من الجلوكوسيدات أيضا .

ويتم تحلل الأميجدالين بواسطة الأثرzim أميولسين (Emulsin) ويحدث الدهيدبتزنى وحامض البروسيك وجلوكوز تبعا للمعادلة الآتية :



أميجدالين + ماء = الدهيد البترين + حامض بروسيك + جلوكوز
ويتحلل الجلوكوسين سنيجرين بواسطة الأثرzim ميروسين (Myrosin) .

٥ - ويوجد مقدار عظيم من المواد المختزنة فى بزور الكتان والسلجم والخروع وغيرها من النباتات على صورة زيت أو دهن وأثناء انبات مثل هذه

اللزور يحدث تأدريت في الزيوت بواسطة فاعلية أنزيم يسمى "لياز" (Lipase) ويظهر أن نتائج التحلل في هذه الأحوال بعد درسها درسا دقيقا هي حوامض دهنية سائبة وجليسرين ولا يدرى الى أى حال ينتهى أمر هذه الحوامض . أما الجليسرين فيحتمل أنه يتغير الى أى شكل ما من أشكال السكر التى تنتقل فى أنسجة الجنين وهو ينمو حيث ينقلب بعضه حبوبا نشوية تدجر مدة قليلة .

٦ — ويوجد فى النباتات فريق آخر من الأنزيمات به يتأدريت مختلف أنواع البروتيدات غير القابلة للذوبان أو للانتشار الى بروتيدات أبسط منها تركيبا قابلة للانتشار تسمى "پتونات" (Peptones) ويصحب هذه البروتيدات البسيطة مقدار ما من الأميدات (Amides) . وقد دل ما وصل اليه بحثها أنها تشابه الأنزيمات التى تفرزها غدة البانكرياس فى الحيوانات العليا وتسمى "تراپسينات نباتية" (Trypsin) .

وليست التغيرات الكيماوية التى تحدث للبروتيدات فى انتقالها من مكان الى مكان فى باطن أنسجة النباتات واحدة فى كل الأحوال بل انما البروتيدات المختزنة تصير فى كثير من اللزور قابلة لانتفاع الجنين بها بواسطة فعل خمائر تراپتيكية (Tryptic) فاذا ابتداء الانبات تحللت البروتيدات (غير القابلة للذوبان البطيئة الانتشار) فى الفلقات وفى الأندوسبرم الى پوتونات قابلة للذوبان والى واحد أو أكثر من الأميدات كالأسباراجين والليوسين أو التايروسين وهى التى تنتقل بسهولة الى مختلف أجزاء الجنين النامى الذى يحتاج الى غذاء أزوتى . وترى التراپسينات أيضا فى الأوراق والسوق والأثمار المتكشفة فى كثير من النباتات حيث تسهل سرعة انتقال البروتيدات فى هذه الأعضاء .

وتتوقف القوة التى للنباتات الطفيلية والسبروفيتية ، لامتصاص النشا والبروتينات ومواد عضوية أخرى من نباتات غيرها واستخدام ذلك كغذاء لها ، على قدرتها على افراز أنزيمات داياستازية وغير داياستازية .

ومن أنواع الفطر الطفيلي ما يخرق أنسجة النباتات التى يغشاها بافراز أنزيم قادر على اذابة الجدر الخلوية الحائلة دونه .

والظاهر أن انتاج الكؤلات من السكر بواسطة خميرة أليسته (Yeast) يحدث بواسطة أنزيم يسمى "زايماز" (Zymaze) موجود فى خلايا نبات أليسته . وبعض التغيرات الكيماوية التى تحدثها البكتيريات هى نتائج فعل الانزيمات التى تفرزها هذه الكائنات العضوية .

تج ١٢٧ : استنبت بعض بزور من الشعير على ورقة نشاف رطبة فاذا بدرت الريشة فذق طعم الأندوسبرم وقارن حالوته بحلاوة بزره منقوعة غير مستنبتة .

وقارن طعم المولت بطعم حبوب الشعير العادى

تج ١٢٨ : هي "عجينة رقيقة القوام من النشا ومحلول من دياستاز مولتى كاهومين (فى تج ٨٠) .

املا أنبوبتين من عجينة النشا المذكورة وصب فى احدهما مقدارا من محلول الدياستاز وفى الثانية بعضا من المحلول بذاته بعد غليه ثلاث دقائق وتبريده واجتث باليود عن وجود النشا فى كلتا الأنبوبتين كل خمس دقائق كما نص فى (تج ٨٠) .

كيف كان تأثير على محلول الدياستاز ؟

الفصل التاسع عشر

التنفس

التنفس العادى فى حضرة أوكسيجين الجو المطلق — التنفس الهوائى من العمليات الفسيولوجية المعروفة التى تقوم بها الحيوانات عملية التنفس الذى يحدث فى أثناءه تبادل دائم فى الغازات بين جسم الحيوان والهواء المحيط به .

فيشهى الأوكسيجين فى الرئة ويزفر ثانى أوكسيد الكربون فى الجو وما دامت الحياة موجودة فالتنفس مستمر ومن ثم كان من علامات الموت المحقق انقطاع هذه العملية .

على أن التنفس غير مقصور على الحيوانات بل هو أمر تقوم به كل النباتات العادية وهو ضرورى لبقائها كما هو ضرورى للحيوانات .

ومقدار التنفس وسرعته فى الحيوانات فى العادة أكثر بكثير منه فى النباتات ولكن العملية فى جواهرها واحدة فى هذين الفرقين من الكائنات العضوية ولا يخفى أن الحيوانات تموت اذا انقطع عنها مدد من الهواء النقى وكذلك الأمر فى النباتات فانها فى مثل هذه الظروف تلوح عليها علامات ضعف الصحة . وفى مزارع الحقول والبساتين العادية يحصل ما فوق الأرض من أجزاء النبات على ما يكفيه من الأوكسيجين لسد حاجاته جميعا ، ولكن يغلب فى الجذور أن يصيبها شديد الأذى من حاجتها الى مدد كاف من الهواء النقى فى التربة ولذا كان مظهر عدم الصحة فى النباتات المغرقة بالماء ، فى أص أو فى مغل مزروع فى أرض سيئة الصرف ، راجعا على الأخص الى عدم كفاية

مدد الأوكسيجين لحدورها . والبزور التى تدفن فى الأرض على مسافة بعيدة لا تحصل على هواء نقي كاف لصحة التنفس فاما أن لا تثبت وإما أن تثبت على حالة لا يرتاح لها .

وكل خلية حية فى جسم النبات تتنفس ، وذلك أن الأوكسيجين اللازم لهذه العملية يمدّها به الهواء الذى يدخل من ثغور الأوراق ومن العديسات ويتخلل جسم النبات فى الخلال الخلوية .

وحواصل التنفس فى الظروف الطبيعية فى كل النباتات الراقية هى ثانى أوكسيد الكربون والماء . وبما أن كل كربون ثانى أوكسيد الكربون مشتق من المركبات الكائنة فى جسم النبات فظاهر أن عملية التنفس هى عملية اتلافية لابد أن تؤدى الى نقص فى المادة الصلبة من النبات . وبوادر الغلال وكثير غيرها من أنواع النباتات تفقد ما يقرب من نصف مادتها الصلبة اذا هى تركت فى الظلام أسبوعين أو ثلاثة .

وعلى هذه الاعتبارات كان التنفس فى جوهره نقيض "عملية التمثيل" التى يحدث فيها تثبيت للكربون وزيادة فى مقدار المادة الصلبة فى النبات . وفضلا عن ذلك فإن التنفس يجرى فى كل الخلايا الحية سواء كانت فى ظلام أو فى نور أما "تثبيت الكربون" فأنما تقوم به الخلايا التى تشتمل على كلورو بلاستات اذا كانت متعرضة للضوء ويستهلك الأوكسيجين أثناء هذه العملية وينطلق ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء ولكن عملية تثبيت الكربون تستهلك فى النباتات الخضراء المعرضة للضوء من ثانى أوكسيد الكربون قدر ما تنتجه عملية التنفس فى الوقت نفسه عشرين أو ثلاثين مرة ولذلك يحدث أثناء سير العمليتين نقص فى ثانى أوكسيد الكربون وزيادة فى أوكسيجين الجو ولا تظهر عملية التنفس واضحة إلا فى الليل أو فى الظلام . على أن التنفس

سريع التبين في كل وقت فيما كان غير أخضر من أجزاء النبات كالخضور والأزهار والبزور النابتة .

والمركبات الكربونية التي تختفى أثناء سير هذه العملية هي الكربوايدارات كالنشأ وأنواع السكر والدهون . وأكسدة هذه المواد لا تحدث على درجة الحرارة العادية خارج النبات . والطريقة التي تستخدم هي بها داخل أنسجة النبات أثناء عملية التنفس لا تزال غير معروفة . والأكسدة تتوقف على البروتوبلازم وعليه ضبطها . إذ أنها تبطل إذا انقطعت الحياة . ومقدار التغيرات الكيماوية التي تجري وكذا طبيعتها لا تتغير سواء بنقص مقدار الأوكسيجين في الجو المحيط نقصا شديدا أو زيادته زيادة عظيمة .

وامتصاص الأوكسيجين وما يعقبه من إطلاق غاز ثاني أوكسيد الكربون هو المبدأ والنهاية لسلسلة طويلة من تغيرات كيماوية لا تزال أطوارها الوسطى غير معروفة . واختفاء النشا وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات العضوية أثناء التنفس ليس مسببا عن أكسدة بسيطة مباشرة ، فربما كان الأوكسيجين الممتص يؤكسد البروتوبلازم نفسه مباشرة فيستعمل المركبات الكربونية لتعويض ما فقد .

وتتوقف نسبة الأوكسيجين الممتص الى غاز ثاني أوكسيد الكربون الخارج على قوة النمو وعلى المواد المستهلكة أثناء التنفس . وقد وجد في بعض النباتات أن هذه النسبة : حجم من ثاني أوكسيد الكربون الناتج من حجم الأوكسيجين المستهلك : كانت من القلة بحيث لم تبلغ إلا ٠.٣ في حين أنها بلغت في غيرها من العلو ١.٢ .

وحجم الأوكسيجين المأخوذ من الهواء أثناء تنفس طبيعي نشط في البزور النابتة والدرنات والبصيلات المشتملة على نشأ وسكر وفي غالب النباتات الزهرية

يساوى حجم ثانى أكسيد الكربون المخرج ولكن حجم الأوكسيجين المستهلك فى عملية النفس التى تجرى أثناء انبات البزور التى تشتمل على دهون وزيوت أكبر من حجم ثانى أكسيد الكربون المخرج اذ يظهر أن بعض الأوكسيجين الذى تمصه هذه البزور يستعمل فى أكسدة الدهون الى نوع ما من المواد الكربوايدراتية .

ولا يستطيع النبات أن يحتفظ بقواه الحيوية إلا بواسطة القوة التى تتولد من أكسدة المركبات فى عملية النفس . والقوة الحيوية فى الحيوانات تنشأ شبيهة بتلك . فاذا امتنعت الأكسدة الفيسيولوجية امتنع النمو ووقفت حركة تيار البروتوبلازم فى الخلايا وعلقت حركات الأوراق والجذور وغيرها من آلات النبات .

وتتولد الحرارة فى كل الاحوال أثناء النفس ويمكن ملاحظتها بسهولة فى ذوات الدم الساخن من الحيوانات . والأكسدة فى النباتات أقل تنشطا فى العادة بكثير منها فى الحيوانات . والحرارة المتولدة من القلة بحيث لا يمكن تبيين فرق فى درجة الحرارة بين النباتات الخضراء وبين درجة حرارة الهواء المحيط بها وفضلا عن ذلك فان تأثير النفس المرطب فى النباتات الخضراء العادية المعرضة للهواء ينحى أى ارتفاع قليل فى درجة الحرارة المسببة عن النفس . على أنه اذا كومت بزور أخذت فى الانبات حثيثا أو كومت ازهار أو براعم مسرعة فى التفتح فقد يلاحظ ارتفاع درجتين أو ثلاث عن درجة حرارة الجو بواسطة وضع فقاعة مقياس الحرارة فى خلالها .

ويتوقف مقدار النفس على ظروف خارجية وداخلية بل أن نشاط العملية فى مختلف أجزاء نبات واحد ليس سواء ففى كل الأجزاء الصغيرة الوافرة البروتوبلازم النامية نموا نشطا مثل البزور النابتة والبراعم والازهار المتفتحة

تجرى عملية التنفس عنيفة ويلاحظ مثل ذلك في الأجزاء المقطوعة من النباتات. وفي البصلات الساكنة وكذلك الدرنات والبراعم الساكنة لا يلاحظ من التنفس إلا قليل وقد لا يلاحظ شئ بته. وفي البزور الجافة يبدو التنفس كأنما هو واقف وقد أمكن حفظ كثير منها اثني عشر شهرا في فراغ وفي آزوت وغيره من الغازات في ظروف تجعل التنفس مستحيلا ولكنها بعد تلك المعالجة أنبتت بسهولة.

وقد يرى التنفس على درجة التجمد المائي أو على درجة أو اثنتين تحتها حيث يقف النمو فاذا ارتفعت الدرجة زاد التنفس مطردا الى الدرجة التي يحدث فيها الموت وتقف العملية فجأة.

ويظهر أن ليس للضوء تأثير مباشر في التنفس. إذ أنه يستمر في الظلام كما في النور.

هذا وقد وجد بالتجربة أن عملية التنفس تحدث حدوثا طبيعيا حتى ولو كانت نسبة الأوكسيجين الموجود في الجو قد نقصت الى ما دون نصف نسبته في الهواء.

تج ١٢٩ : انقع حفنة أو اثنتين من بزور البازلاء أو الشعير في الماء مدة اثني عشرة ساعة ثم انشأها من الماء ودعها تنبت على ورقة نشاف مبللة مدة اثني عشرة ساعة أخرى. ثم ضعها في قنينة واسعة الرقبة وسدها بقل وضعها في غرفة مظلمة داكنة. ثم احضر زجاجة مثائها ولا تضع فيها شيئا وسدها ثم اتركها الى جانبها واركبها اثني عشرة ساعة ثم اختبر بعد ذلك عن وجود ثاني أوكسيد الكربون بواسطة ادخال عود ثقاب ملتهب أو غير ذلك في كل من الزجاجتين. فاذا كان هناك غاز ثاني أوكسيد الكربون انطفأ عود الثقاب. وهي تجربة أخرى مشابهة لذلك واختبر عن وجود ثاني أوكسيد الكربون بواسطة ماء الجير ثم صب ماء الجير هذا وهن الزجاجتين. فاذا كان هناك غاز ثاني أوكسيد الكربون انقلب ماء الجير لبنيا.

تج ١٣٠ : املا بعض زجاجة واسعة الفم برؤوس من الجعضيض (Sonchus) والمتانون (Montanon) تكون صغيرة السن وتفتحت نصف تفتح . سد الزجاجة واتركها اثنتى عشرة ساعة وبعدها ابحت عن وجود غاز ثانى أوكسيد الكربون كما سبق .

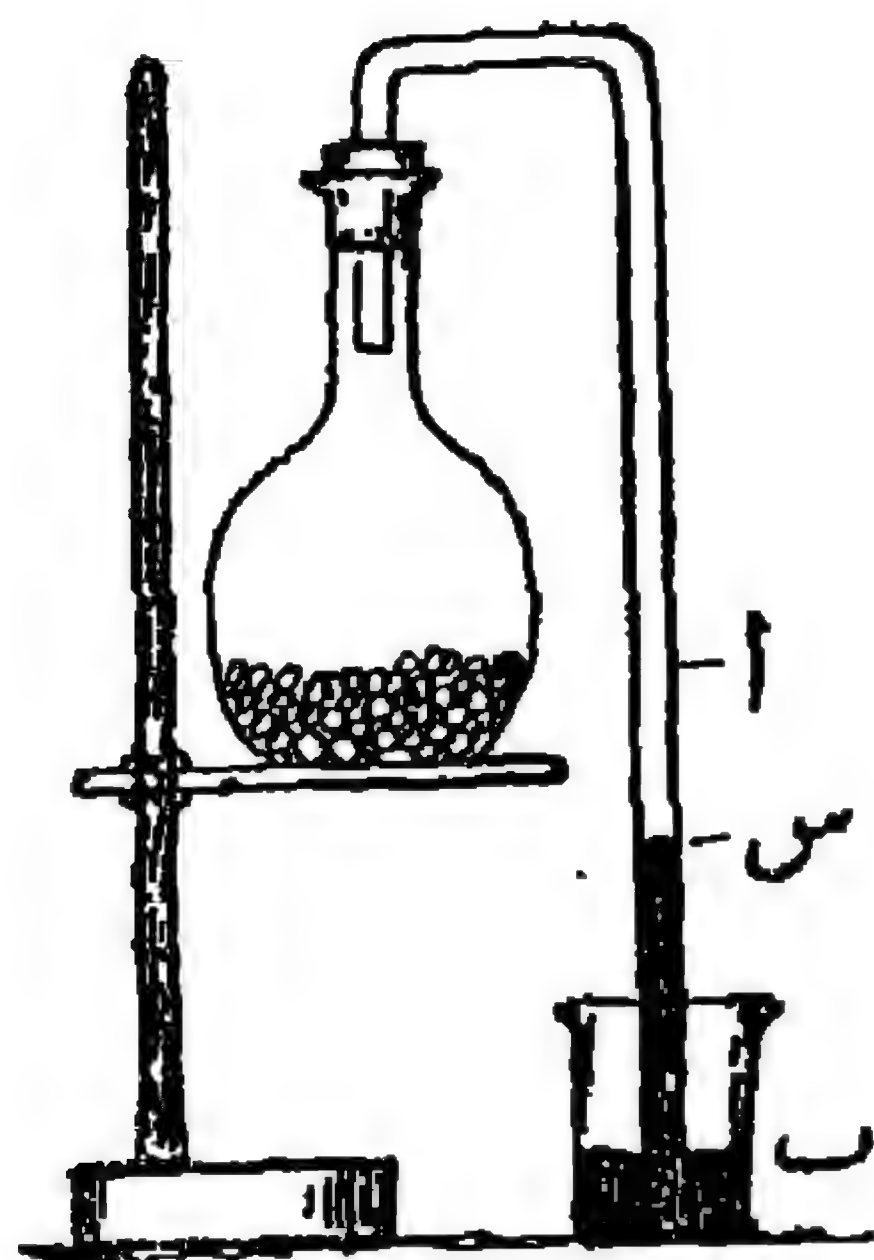
تج ١٣١ : أعد العملية السابقة واستعمل فراخا موزقة خضراء وبراغم مفتوحة وبصلات ودرنات وغيرها من أجزاء النباتات .

تج ١٣٢ : انقع بعض بزور من البازلاء مدة اثنتى عشرة ساعة وبعد نسلها من الماء اتركها تنبت على ورقة نشاف مبللة بضع ساعات ثم ضعها فى دورق مهيأ على محمل من محامل الأنابيق وفى الفم سدادة كارتشوك محكمة وأنبوبة زجاجية منعطفة . أدق الدورق بيدك واغمس الطرف المفتوح من الأنبوبة فى كوبه ملئت من الزيت ثم اترك الجهاز مدة عشر دقائق أو عشرين والصق قطعة من الورق المصمغ على الأنبوبة (أ) عند نقطة سـ التى يرتفع اليها الزيت فى الأنبوبة واحفظ الجهاز بأجمعه فى غرفة حرارتها واحدة مدة عشر ساعات أو اثنتى عشر ولاحظ ارتفاع الزيت بعد انتهاء هذا الوقت . فاذا كان حجم الأوكسيجين المتص مساويا لحجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد بقى الزيت عند نفس النقطة التى كان عندها فى الأنبوبة .

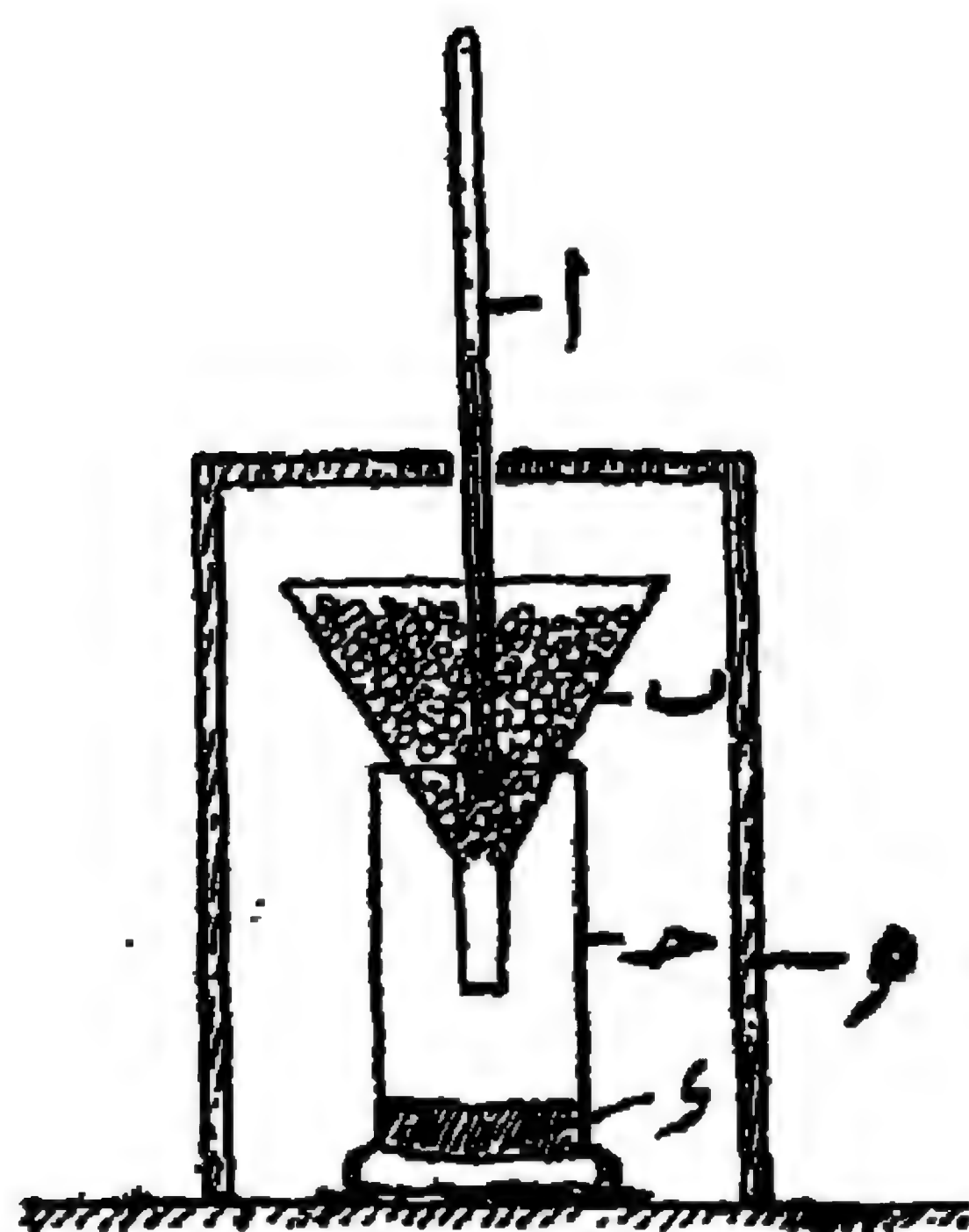
أعد التجربة بزور زيتية مثل بزور الكتان واللفت . مع هذه البزور يرتفع الزيت فى الأنبوبة أذ إن حجم الأوكسيجين الذى تمتصه هذه البزور أكبر من حجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد .

تج ١٣٣ : أبين أن الحرارة تتولد أثناء تنفس البزور النابتة . انقع بعض بزور من البازلاء أو الشعير فى الماء مدة بضع ساعات ثم اتركها تبدأ فى الانبات على ورقة نشاف مبللة . ضع هذه البزور فى قمع زجاجى كبير (ب) محمولة فى كوبه أو أنبوبة زجاجية (ح) تشتمل على مقدار قليل من محلول قوى من البوتاسا (د) كما فى شكل (٨٠) واغمس فى البزور قفاعة مقياس الحرارة (أ) على درجة نصف ستيجراد . وغط الجميع غطاء غير محكم بلوحة من الورق المقوى (هـ) تاركا فيها ثقبا للمقياس المذكور وللقارنة هيء جهازا مماثلا لذلك الى جانب الأول وضع فى القمع كرات من النشاف المنقوع فى الماء بدلا من البزور وقارن ما يصل اليه الزيت فى الترمومترين فى كل منهما على ثلاثة أيام متوالية .

التنفس الأناروبى (Anaerobic) أو التنفس البينى الجزيئى (Intramolecular) — اذا وضعت النباتات الحية أو أجزاء منها فى جو خال من الأوكسيجين السائب استمرت على اعطاء غاز ثانى أوكسيد الكربون مدة



(شكل ٧٩)



(شكل ٨٠)

ما قبل حدوث الموت . وتولد هذا الغاز أو اصعباده بواسطة الكائنات الحية في غياب الأوكسيجين السائب يسمى "تنفس أناروبى" أو "تنفس بينى جزئى" وتتوقف المدة التى تعيش فيها النباتات فى مثل هذه الظروف على نوع النبات ودرجة الشدة فى نموه . وبوادر الذرة المتشطة فى نموها تعيش وتستمر على اعطاء ثانى أوكسيد الكربون فى غياب الأوكسيجين مدة اثنتى عشرة ساعة أو أربع عشرة على درجات الحرارة العادية : أما الفواكه الناضجة مثل الكمثرى والتفاح فانها تعيش عدة شهور فى مثل هذه الظروف .

وفى غالب الأحوال يكون مقدار ثانى أوكسيد الكربون المتولد على هذه الصورة أقل بكثير من ثانى أوكسيد الكربون الذى يخرج من نفس النبات اذا هو تعرض للهواء . على أن بوادر الفول وغيرها من النباتات تخرج نفس مقدار ثانى أوكسيد الكربون أو أكثر منه اذا هى وضعت فى جو خال من الأوكسيجين كما تفعل وهى نامية نموا طبيعيا فى تربة مكشوفة للهواء .

وأثناء عملية التنفس البينى الجزئى تختفى المواد الكربوايدراتية والدهون من أنسجة النباتات كما يحدث فى عملية التنفس العادى فى وفرة من الأوكسيجين ولكن تولد ثانى أوكسيد الكربون يصحبه تكون كؤل وغيره من المركبات وقد بلغ مقدار الكؤل الناتج أثناء التنفس الأناروبى فى الشليك الناضج فى احدى تجارب العالم بريفلد (Brefeld) أكثر من ٢ فى المائة وفى بوادر البازلاء أكثر من ٥ فى المائة من وزنها وهى صابحة .

وفى حين أن النباتات الراقية غير قادرة على الاحتفاظ بحيويتها فى غياب الأوكسيجين السائب أكثر من مدة قصيرة نجد أن كثيرا من صور النباتات الدنيئة مثل نبات اليبسته والبكتيريا مستقلة غير متوقفة الحياة على الأوكسيجين السائب بل تستمر على البقاء والتكاثر بدون .

الفصل العشرون

النمو

١ - النمو - قد رأينا فى فصل سابق أنه يوجد عند قمة الساق أو الجذر من النبات الأخضر العادى منطقة تكوينية (Formative Region) يجرى فيها انقسام دائم فى الخلايا المراقبة وصنع لخلايا جديدة . يوجد وراء هذه المنطقة مباشرة جزء طويل أو قصير يسمى "المنطقة النامية" (Growing Region) هنا نرى الخلايا متفخمة وقد ازدادت فى حجمها بسبب الضغط الذى فى باطنها وتغيرت صورة كثير منها فى الوقت نفسه . على أن هذه التغيرات الحادثة فى الحجم والصورة تبعا لزيادة الانتفاخ لا يقتضى أن تكون ما يسمى "نموا" وإن كانت ملازمة للنمو فى كل حال ، ولا تتمدد الخلايا النامية بواسطة الضغط الانتشارى فقط فى الفجوات بل انما يصيبها تغير دائم فى الحجم أيضا ، وفى الصورة والبناء تبعا لرسوب المواد فى جذورها الخلوية وغيرها من الأجزاء الأخرى .

وعند سحب الماء من هذه الخلايا لا تعود الحالة الأصلية التى وجدت عليها عند بدء تكوينها فى المنطقة التكوينية بمثل هذا العمل . فضلا عن ذلك فيما أن تتمدد خلية ما لا يستمر بغير ازدياد حالة الانتفاخ ، وبما أن هذا يتضمن إضافة ماء الى بخوة الخلية ، فانه لا بد من حدوث ازدياد فى وزن الخلية العام وهى آخذة فى النمو . على أنه ، نظرا لما يحدث من الفقد فى المادّة بالتنفس قد يحدث نقص فى الوزن الجاف اذا لم يعوّض هذا الفقد بعمليات غذائية أنابولية .

وما يقال عن خلية مفردة تامة يقال أيضا عن منطقة النمو كلها في فرخ أو جذر ، إذ أن هذا متكوّن من عدّة خلايا متنشطة .

هذا وإذا صعب أن نعرف حقيقة معنى أو مداول لفظ "النمو" في جملة واحدة فانه يمكن أن يؤخذ في الجملة على أنه يدل على تغير دائم في صورة كائن حيّ ما أو بعض أعضائه ، وعلى أن المنطقة النامية فيه تزداد في وزنها .

ومناطق النمو الحقيقية في الفراخ المتولدة في الظلام من درنة بطاطس لا تقتصر على تغير صورتها ، بل تزداد في وزنها باستنفاد الماء والمواد المختزنة ؛ على أنه يرى أن وزن الدرنة (التي لا تنمو) وفراخها النامية ينقص بسبب فقد الماء منها في عملية التنح ، وبواسطة فقد ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس .

وأثناء العهود الأولى من حياة نبات ما أى عند خروجه من البزرة ، يحدث النمو في كل جزء من أجزاء جسمه . على أنه بعد مدة ما ينحصر النمو في أجزاء موضعية خاصة أى في نقط النمو ، وفي نسيج الكامبيوم الأسطوانى الذى يسبب في سوق ذوات الفلقتين من النبات نموا ثانويا في السمك .

ونقط النمو في السوق والجذور هى في العادة طرفية كائنة بالقرب من طرف هذين العضوين . وعليه فأصغر الأجزاء سنا أقربها من الطرف وأكبرها أبعدا من قمة الفرخ أو الجذر . وازدياد طول السوق في النجيليات مسبب عن تنشيط نقط النمو الكائنة عند قواعد السلاميات ، وفضلا عن ذلك فإن الازدياد في طول الأوراق الطويلة من نبات البصل وغيره وكثير من الشارنج الزهرية يحدث عند قاعدة هذه الأجزاء ، وعليه تكون أطرافها أكبرها سنا ، وتسمى نقط النمو التى من هذا القبيل "بينية" (Intercalary) . وإذا أخذت خلية أو عضو من نبات في النمو كانت سرعة نموه في أولها بطيئة وبعد ذلك

تزداد على عجل شيئاً فشيئاً حتى تبلغ نهاية عظمى ينقص النمو بعدها على التدرج حتى يقف بتاتا عند ما يبلغ الجزء أشده، والوقت الذى يستنفده هذا الارتفاع والانخفاض يسمى "مدة النمو العظمى" (Grand Period). ويلاحظ أيضاً أن شدة النمو أو قوته فى ساق ما أو غيرها من الأعضاء تختلف أثناء مدة النمو العظمى المذكورة اختلافاً كبيراً، فإن الجزء النامى فى أحد عهود تكشف الساق التامة إما أن ينمو أسرع مما ينمو فى عهد آخر أو يستمر فى نموه مدة أطول. مثال ذلك: أثناء عهد الطفولة من تكشف أغلب السوق تكون قوة النمو ضعيفة، ولا تتولد إلا سلاميات قصيرة، نأماً بعد ذلك فإن القوة تزداد وتظهر سلاميات أكبر من تلك، وبعد ذلك ينتس طول السلاميات على التدرج تبعا لحدوث نقص تدريجى فى قوة النمو.

تج ١٣٤ : قطع فروعاً من الأشجار العادية والشجيرات فى الحريف قبل اقبال الورق وقس المسافة الكائنة بين شتى السلاميات على ذلك الجزء الذى نما فى ذلك الفصل من كل فرع منها. لاحظ ارتفاع السلاميات وانخفاضها فى الطول. لاحظ أيضاً الحجم النسبى للأوراق عند كل كعب واعمل مقاسات مثيلة لذلك على سوق النباتات العشبية الحولية.

تج ١٣٥ : أعد التجريبتين ١٥ و ٢٠ وعلم بالحبر الصينى علامات مسافاتهما ^١/_٦ من البوصة على الورقتين الثانية والثالثة من بادرة نبات البصل بعد ظهورها مباشرة ثم قس هذه المسافات بعد إذ تكون الورقتان قد استطالتا استطالة كبيرة وقارن نموها بنمو جذر نبات فول. وانظر هل المنطقة الزائدة النمو كائنة بالقرب من طرف الورقة.

تج ١٣٦ : انتخب ساق نبات قمع أو شعير تكون فيه السنبلة قد لاحت خروجهما. واقطع بوصة تقريباً تحت الكعب الأول الظاهر وكذا تحت الكعب الثانى من القمة حتى تحصل على سلامية واحدة من الساق وأزل نصل الورقة وجزءاً صغيراً من غمدتها ثم قس طول الساق والجزء الصغير الذى تحت العقدة قياساً دقيقاً. واعمل خمس علامات أو ستاً بالحبر الصينى بين الواحدة والأخرى ^١/_٤ بوصة عند الطرف الأعلى من الساق. ثم ضع الطرف الأدنى من الساق فى الماء وغط الجميع إذا استطعت بقبة زجاجية واتركه فى غرفة دافئة أبداً أربع وعشرين ساعة أو ضع الساق فى اسطوانة

زجاجية في قاعها قليل من الماء أبد مثل هذه المدة . ثم قس الطول الكلي مرة ثانية . واذكر مقدار ما استطالته الساق ، وهل كان البتو بالقرب من طرفها الأعلى المعلم بالقرب من القاعدة ، وهل الجزء الصغير الواقع تحت الكعب قد نما ؟

تج ١٣٧ : قس طول السلاميات على بعض فراخ من أى أشجار أو شجيرات أو نباتات عشبية مستوفاة النمو في أوائل الصيف أيام تأخذ في النمو وفي قترات تتراوح بين يومين وثلاثة لمدة مابعد ذلك . وعين الوقت الذى تستمر فيه السلامة في الاستطالة .

٨ — الظروف التى تؤثر في النمو — لا تنمو إلا النباتات الحية . ولا بد لحدوث ذلك من أن تكون خلايا الأجزاء النامية في عهد الشباب وهناك ظروف شتى خارجية ضرورية لسلامة النمو منها :

- (١) درجة حرارة مناسبة .
 - (٢) مدد موافق من الماء .
 - (٣) غذاء أو مواد غذائية موافقة .
 - (٤) وجود غاز الأوكسيجين .
 - (٥) الضوء . لهذا تأثير نافع وإن كان غير ضرورى ضرورة جوهرية .
- (١) الحرارة — لا يخفى أن النمو في الشتاء عند ما تكون درجة حرارة الهواء والتربة منخفضة لا يحدث إلا بطيئا وقد يقف بتاتا . ولكن اذا ارتفعت درجة الحرارة في الربيع نبتت البزور وأخذت البراعم في الكشف فإذا جاءت حرارة الصيف ازداد النمو تنشطا . وإذا عرض نبات ما الى حرارة تتناقص درجاتها تدريجيا بلغ في النهاية الى درجة يقف عنها النمو بتاتا .

وتسمى هذه الدرجة "بدرجة حرارة النمو الصغرى" . وليست هذه الدرجة واحدة لكل النباتات فإن بزور كثير من الحشائش الشائعة والخردل وحب الرشاد والجرجير تنبت وتترعرع منها نباتاتها بالقرب من درجة التجمد في حين

أن بزور الغلال تقف عن النمو اذا هبطت درجة الحرارة الى ٥ سنتيجراد فوق الصفر تقريبا ومن الجهة الأخرى فان بزور الذرة ونباتاتها تقف عن النمو على درجة ١٠ سـ ج تقريبا في حين أن درجة الحرارة الصغرى لنمو الخيار والبطيخ وغيرها من نباتات المنطقة الحارة تبلغ من الارتفاع درجة ١٩ أو عشرين مثنية . و برفع درجة الحرارة من حدّها الأدنى يوصل الى نقطة يسير فيها النمو على أقصى سرعة تسمى "درجة الحرارة المثلى" (Optimum) و بزيادة درجة الحرارة بعد ذلك يصبح النمو أقل فأقل حتى يبلغ الى حدّ أعلى يقف عنده النمو نباتا ف يرى أن النباتات قد تكون أحرّ أو أبرد مما يجب لنموها وبين هذين الطرفين خط أمثل أو درجة حرارة أنسب لها ، عندها تتقدم النباتات تقدّما ليس وراءه مطلب .

والدرجة المثلى لأشيع أنواع نباتات الحقول والبساتين هي ٢٨ مثنية تقريبا . أما الدرجة العليا فتقع عادة بين ٣٨ و ٤٣ مثنية والدرجة المثلى للذرة والفول والخيار هي ٣٣ أو ٣٤ مثنية تقريبا والعليا ٤٦ تقريبا .

ويلاحظ أنه ان كانت النباتات العادية تقف عن النمو على درجات الحرارة السابق ذكرها فان موت البروتوبلازم لا يحدث عادة حتى تبلغ درجة الحرارة ٥٦ مثنية أو تنحط الى درجة التجمد أو الى ماتحتها يبضع درجات وتتوقف قوة مقاومة الحرارة والبرودة في الأكثر على مقدار الماء الذي يشتمل عليه النبات ، فالفراخ والبراعم النامية النضج التي تشتمل على قليل من الماء لا تتأذى بتأثير الصقيع في الشتاء أكثر مما تتأذى الفراخ العصرية غير البالغة التي تشتمل على كثير من الماء . والبوادر المتفخة ، والبراعم التي تفتحت وشيكا ، والأوراق المنتشرة حديثا ، والنباتات المروية عند الغروب والجذور لشحمة وكل الأجزاء المشتملة على مقادير كبيرة من الماء ، تتأذى في العادة بتعرضها الى

صقيع قارس . والعادة في النبات أنه اذا عرض الى درجة حرارة بين ٢ و ٥ مئيتية يسمح السيتوبلازم فيها لمقدار من الماء النقي الموجود في الفجوة بالرشح من الخلية الى الخلال الخلوية المحيطة بها حيث يتجمد على صورة بلورات ثلجية صغيرة الحجم . وقد يشابه الموت في هذه الحالة ما يحدث من الموت بالحفاف ، والنباتات وان كانت تقتل أحيانا في عملية التجمد المائي ، فان هذا التكون الثلجي ليس في كل الأحوال مميتا إذ أنه في كثير من الأحوال اذا كان الجزء المتجمد يذوب ببطء ، فان الخلايا تعود فتمتص الماء وتعود الأنسجة سيرتها الأولى الطبيعية . فأما اذا ذوب الجزء المتجمد حثيثا فان الماء لا يعود الى الخلايا وعليه فلا بد من حدوث الموت .

ولا ينبغي تعريض النباتات المتجمدة المزروعة في أصص الى أشعة الشمس المباشرة . ويفيد في إعادة التنشط اليها أن ترش بماء بارد برودة الثلج فاذا استمر الصقيع مدة طويلة فان الماء المتجمد على ظاهرها الخلايا قد يتبخر على التدريج في الهواء الجاف البارد الذي يحيط بها . وفي هذه الأحوال يتكش الجزء المتجمد ويموت من العطش .

والزور الساكنة تشتمل على قليل من الماء وهي قادرة على تحمل أقل درجة ممكن الوصول اليها من الحرارة دون أن يصيبها أذى ، وقد وجد العالمان "ديوار" (Dewar) و "دايار" (Dyer) أن بزور الخردل والقمح والشعير والبالزلاء وغيرها من النباتات قد أنبتت بسهولة بعد أن تقعت ست ساعات في أيدر وحين سائل كانت حرارته ٤٥٣ فرنهيت تحت الصفر أو ٢٧٠ مئيتية تقريبا تحت الصفر . وفي النباتات المنشطة المـو يعطى البروتوبلازم وتتلف قوته الحيوية على درجة حرارة بين ٤٥ و ٥٠ مئيتية .

وكثير من البزور الجافة تتحمل الحرارة الجافة على درجة ٨٠ مئيتية أو أكثر منها مدة ساعة أو أكثر ، على أنها اذا نعتت ثم عرضت لحرارة درجتها بين ٥١ و ٥٢ ماتت فى مدة بين ١٠ دقائق و ٣٠ .

(٢) الماء — الماء ضرورى لبقاء حالة انتفاخ الخلايا النامية وهو ذاته أحد المواد الغذائية كما أنه ضرورى لحمل الأغذية والمواد الغذائية التى تحتاج إليها لتغذية الأعضاء النامية .

وإذا تأذت النباتات فى أول عهدها من قلة الماء نقص حجمها نقصا كبيرا (وان ظهر نموها من وجوه أخرى عاديا) وذلك أن أفرادها تصبح قصيرة الطول .

وفى الأراضى الدائمة الجفاف والفصول الجافة ينقص حجم محصول البرسيم وحجم جذور اللفت وطول قصب الغلال وحجم شتى أعضاء النباتات نقصا نسبيا . أما فى الفصول الرطبة أو فى الأراضى التى تشتمل على مقدار كبير من الماء فان نمو النباتات يزداد ازديادا كبيرا . ونمو النباتات النامية فى أصص وكذا ازديادها فى الحجم يكثر أو يقل بتغير مقدار الماء الذى يعطى لها أثناء حدوث النمو ، وقد يؤدى نقص الماء بفجأة من النبات الى وقوف النمو عاجلا وقوفا يتبعه ذبول النبات كله .

(٣) الغذاء — الغذاء جوهرى لتكوين البروتوپلازم والجدر الخلوية من الأجزاء النامية .

(٤) الأوكسيجين — ضرورى لعملية التنفس وبدونه تقف الوظائف الحيوية جميعها .

(٥) الضوء — أعضاء النباتات التى تنمو فى الضوء الضعيف أشد منها فى الضوء الشديد أى أن الضوء يعوق النمو .

وإذا استبقيت النباتات في الظلام مدة كبيرة فإنها تتنوع ويقال لها في هذه الحالة محورة أى مبيضة (Etiolated) وسلاميات السوق ذوات الفلقتين في النماذج المبيضة تكون مستطيلة استطالة شاذة وأضال من أمثالها النماة في ظروف النهار والليل العادية وترى خلاياها أكبر من المعتاد وتبقى جدرها الخلوية رقيقة فتصبح سوقها تبعا لذلك ضعيفة وغير قادرة على أن تقيم عودها وفضلا عن ذلك فإن النبات يشتمل في هذه الحالة على ماء أكثر مما يناسب حجمها والعادة أن تكون العصارة الخلوية أشد حموضة منها في النباتات النامية نموا عاديا.

وأوراق ذوات الفلقتين المبيضة لا تتكشف بل تبقى صغيرة أشبه بحراشيف على أن الخضير لا يتكشف في البلاستيدات فإن النبات كله يبدو باهت اللون وبعض السوق كالسوسن والبصل وكذا السويق الجنيينة السفلى لكثير من النباتات مثل الفول، مما ينمو عادة في الظلام، لا تبدو منه ظاهرة الابيضاض المذكورة. هذا ولا تصبح أوراق السوسن ولا غيره من النباتات الريزومية والبصلية من ذوات الفلقة الواحدة قصيرة إذا زرعت في الظلام.

وتتكشف أزهار النباتات يستمر في الظلام كما يكون في الضوء.

تج ١٣٨ : ازرع مقدارين من بزور البازلاء والفول والخردل والشعير في اصص ودعها تنبت. فإذا ظهرت البوادر على سطح التربة فضع أحد المقدارين في مكان مضيء بشرط أن لا يتعرض لشعاع الشمس المباشر وضع المقدار الآخر بالقرب منها مغطى بصناديق تمنع دخول النور إليه.

(١) وقس من آن لان أقطار السوق وطول سلاميات النباتات النامية في الضوء وقارنها بمثلها من النباتات النامية في الظلام.

(٢) قس أطوال الأوراق وعرضها في كل من المقدارين وقارن بينهما.

(٣) لاحظ ما هنالك من الاختلافات في لون المقدارين وصلابة قوامهما.

تج ١٣٩ : اعمل ملاحظات مثيلة للسابقة على الفراخ النامية في الضوء والظلام من درنات البطاطس والخرشوف وما ييدر من جذور الدهل وأوراق البصل.

٣ — حركات النمو الطوعية — توتر النسيج (Tissue Tension) . النودان (Nutation) .

يندر أن يستمر النمو مطردا فى كل أجزاء الفرخ والجذر أو غيرهما من أعضاء النبات . بل أن من أجزائه ما ينمو أكثر من غيره أو يستمر فى النمو مدة أطول مما تستغرق الأجزاء المجاورة لها . وعليه فإن أعضاء النباتات (١) تبدى حركات خاصة طوعية بطيئة (٢) تصبح أنسجتها معرضة لأنواع الضغط والتوتر فى اتجاهات شتى .

وفى السوق والجذور ينمو أحد الجانبين أسرع من الآخر فيترتب على ذلك أن يكون الجانب الذى أسرع فى نموه أطول قليلا من الجانب الآخر وعليه يصبح الجزء النامى الذى يكون طرف الساق أو الجذر مثنيا أو منحنيا . وليست سرعة النمو وزيادته مقصورة على جانب واحد دون آخر بل انما تتغيران من آن لآن ولذلك ينحن العضو النامى فى جهات متعددة فيدور طرفه على مهل ملتفا على شكل لولبي فى نموه الى أعلى أو الى أسفل . والحركات التى من هذا النوع تكون طوعية تلقائية وهى تنشأ من العضو النامى نفسه وتحدث سواء كان النبات فى الضوء أو فى الظلام كما هو حالها فى مدة النمو العظمى .

ويطلق على هذه الحركات الانحنائية البطيئة لفظ "النودان" (Nutation) .

وأطراف أكثر السوق والجذور تدور من اليمين الى اليسار فى جهة تخالف جهة عقارب الساعة ولكن قمة ساق اللونسرا (Lonicera) وغيرها من النباتات تتحرك دائرة من اليسار الى اليمين أثناء نودانها .

بهذه الحركات تستطيع الجذور أن تتقدم فى التربة تقدما أسهل عليها وتستطيع السوق المتسلقة والمحاليق التى يكون نودانها ظاهرا بينا بهذه الوسائل أيضا أن تصل الى ما يجاورها من الدعم فتلتف عليها .

وأطراف كثير من الفراخ الأرضية من كثير من ذوات الفلقتين تنحني بسبب فرط نمو جانب منها وبهذه الطريقة تحتمى الأنسجة الرقيقة التي تتكون منها البراعم الطرفية من الأذى إذا كان الفرخ ناميا الى الأمام أو الى أعلى في خلال التربة . وبعد مثل هذا الانحناء يخرج الفرخ من الأرض ويحدث في جانبه المتقعر نمو سريع ثم يصبح الجزء المنحني مستقيما توا .

وتكون الأوراق المكونة لبراعم النباتات في حداتها ملتفة حول نقطة النمو الغضة أو معقوفة الى أعلى بطريقة خاصة تبعا لزيادة النمو في جانب واحد من كل ورقة دون الآخر . فاذا تفتحت البراعم نما الجانب الذي كان نموه بطيئا ، بسرعة أكبر فتفتح الورقة التي كانت معقوفة وينتهي بها الحال الى التبسط ويستمر نخاع أغلب السوق وقشرتها على النمو مدة أكبر مما يستغرقها النسيج الخشبي . وذلك أنهما يحاولان الاستطالة فيعوقهما النسيج الخشبي الى أجل ما . فينتج من عدم التساوى في النمو توترات طويلة في الأجزاء النامية فاذا شقت في سوق الصنفصاف وعباد الشمس أو غيرها من النباتات التي تنمو بسرعة شقا طويلا استطال النخاع قليلا وانحني النصفان المفصولان للخارج .

ولا ينمو قلف كثير من الأشجار بسرعة كما ينمو الخشب الموجود في الداخل وعليه يتوتر القلف قليلا أو كثيرا .

ولا بد من ذكر أن حركات أعضاء النباتات والتوترات في أنسجتها تحدث من عدم التساوى في انتفاخ الخلايا المشيدة منها كما يحدث من نمو غير منتظم ، كلاهما في كثير من الأحوال له أثر في حركات النبات .

تج ١٤٠ : (١) الفحص في يوم دافئ لم تقم فيه ريج بعض نباتات صغيرة من الكونيفرولفولس وغيرها من النباتات المنتفة النامية حول أعمدة أوخيوط قائمة . وارسم خطا على الأرض من قاعدة العمود في الجهة التي يرى عليها طرف الساق في ذلك الوقت . والفحص النباتات كل نصف ساعة .

وعلم علامة في الجهة التي ينحن فيها الطرف في تلك الفترات وحاول أن تعرف الزمن الذي يأخذه الطرف لعمل دورة كاملة حول العمود معتبرا اياه مركزا .

(٢) اعمل ملاحظات مثل تلك عن نودان طرف سوق الفول المدادة (Runner Bean) تكون قد زرعتها في أصص ووضعت لها أعوادا مغروسة في التربة . ويجب أن توضع النباتات خارج الغرفة بحيث لا تتعرض لضوء الشمس المباشر .

تج ١٤١ : ضع بعض بزور من الفول الرومى ونقيرها الى أدنى في نشارة خشب مبللة واتركها تنبت فإذا أصبح طول جذورها بوصة فارفعها وتخير واحدة يكون جذورها أكثر استقامة من سواء وثبتها بدبوس يمر في أضيق أقطار الفلقتين في عصى رفيعة أو قطعة من الخشب رقيقة . وضع العصى أو القطعة في ثقب في لوحة من الفل أو الورق المقوى ثم ضع الورقة المقواة والفولة فوقها على فم قنينة واسعة الفوهة مشتملة على مقدار قليل من الماء وهي هذا وذلك حتى يكون الجذر رأسيا داخل الزجاج .

اترك الجميع في خزانة مظلمة أو غطه بصندوق يمنع النور واخص حال الجذر بعد ١٢ ساعة و ٢٤ و ٣٦ وأنظر هل يبقى رأسيا أم يميل ؟

هل يميل في مستوى الفلقتين أكثر من مثله على زاوية قائمة مع هذا المستوى .

تج ١٤٢ : اقطع قضبا طولها بوصتان من سوق تامة النمو من نبات عباد الشمس وغيره . قسمها ثم شققها على استطالاتها بحيث يشمل بعضها على النخاع فقط والبعض الآخر على الأنسجة القشرية فقط . قس كل شقة وقارن بين أطوالها وبين الطول الأصلي للقطعة جميعها ولاحظ أيضا صورة القطع المتفرقة .

تج ١٤٣ : أزل في أبريل أو مايو وفي غيرهما من الوقت حلقة كاملة من القلف طولها بوصة من فروع عمرها ثلاث سنوات أو أربع من شجرة لبخ وجميز وشمش . ثم حاول أن تعيد القلف الى مكانه الأصلي . وأنظر هل يقع في المكان بالدقة ؟

٤ — حركات النمو السببية (Induced movements of growth) —

يوجد فضلا عن الحركات الحيوية التي سبق شرحها ، تلك التي تنشأ عن أسباب داخلية موروثية تعمل داخل أعضاء النبات ذاتها ، حركات أخرى تلاحظ في كثير من أعضاء النباتات ، يحدثها مثير أى منبه خارجى . فان بروتوبلازم النباتات الحية قابل للتهيج بل هو حساس كبروتوبلازم الحيوانات سوى أن

ذلك انما يكون بطريقة مخالفة لذلك النوعا . وهو قادر على الرد على فعل المؤثرات الخارجية المختلفة وأهم الأسباب الباعثة التي تحدث حركات في مختلف أعضاء النباتات هي : (١) ملامسة جسم غريب ، (٢) التغيرات في درجة الحرارة ، والتغير الدورى لليل والنهار ، (٣) الاضاءة الجانبية ، (٤) قوة الثقل ، (٥) اختلافات مقدار الرطوبة في التربة المحيطة والجو .

(١) الحركات المسببة عن ملامسة جسم غريب .

أحسن أمثلة الحركات التي من هذا القبيل تصادف في محاليق النباتات وجذورها فان محاليق البازلاء والكروم والجرخ فلك (Passion flower) وغيرها تتأثر بلامسة خفيفة . اذا لامس حلق أثناء نودانه جسما غريبا كساق نبات مجاور أو عسلوج منه فانه يأخذ في الانحناء نحو الجسم المهيج . فاذا لم يكن هذا الجسم سميكاً جداً وكان الاتصال به مستطيلاً أصبح الحالق أكثر انتفاخاً من جهة الجانب الذى لم يهيج وكذلك ينمو بسرعة في هذا الجانب بحيث تلتف المحاليق حول الجسم اتفاقا تاما .

ويختلف الجزء الحساس الخاص من المحاليق باختلاف النباتات . فقد يكون جزء عظيم حول الطرف قابلاً للتهيج ، بينما تكون المنطقة الحساسة أحيانا مقصورة على جزء قصير المدى على جانب واحد فقط .

وليس الانحناء في الحالق مقصوراً على الجزء الذى هيج بالفعل ، بل العادة أن ينقل أثر التنبيه الى الوراء على استطالة الحالق ويحدث في الأجزاء التي لم تمس . ويصادف مثل هذا الرد الناشئ من ملامسة جزء غريب مجاور ، في الأعناق الحساسة من بعض الأنواع المتسلقة من التروپيولوم (Tropæolum) والسولانوم (Solanum) ويلاحظ مثل ذلك أيضا (وان كان بدرجة أقل) في كثير من السوق الالفة والمتسلقة .

وهناك أجزاء صغيرة بالقرب من أطراف الجذور تحس بالملامسة الجانبية المستطيلة ، فاذا صادفت مثل هذه الأجزاء أحجاراً أو غيرها من المواد الصلبة وهى تخترق التربة مالت عن هذه الأجسام المهيجة واستمرت أطراف الجذور فى نموها فى اتجاه آخر . ومن جهة أخرى فإن أجزاء الجذور النامية التى تكبر سنا عن تلك اذا نهبت بالملامسة مالت نحو الأجسام المهيجة ونمت حولها وهذه الحركات الناشئة عن الملامسة والحركات النودانية السابق ذكرها انما هى لتمكن الجذور من تخطى العقبات المعترضة فى طريقها .

تج ١٤٤ : (١) لاحظ صورة المحاليق السائبة من البازلاء ، والكرم والموموردىكا (Momordica) . وقارن هذه المحاليق بما يكون منها على حوامها .

(٢) هيء المحاليق السائبة التى التفت على نفسها ثلاث مرات بحيث تلمس أطرافها عساليج صغيرة أو غيرها من الحوامل المشابهة وافحصها فى فترات أبداها بضع ساعات ولاحظ مقدار التفاف الحائق حول حامله .

(٣) هيج الجانب المقعر من الطرف الخنى من حائق نبات الخيار والبطيخ وما شاكله مدة دقيقة بواسطة حكة بقطعة خشب ملساء ثم لاحظ ما يطرأ عليها بعد ذلك . مدة دقيقتين أو ثلاث وأنظر هل يزداد تقوسها ؟

تج ١٤٥ : الفحص طريقة تسلق نبات الموموردىكا بلسمين .

(٢) حركات الرد على اختلافات درجة الحرارة وتغير الليل والنهار .

كثير من الأزهار تتفتح فى يوم دافئ أو اذا هى أدخلت فى غرفة دافئة ، وتغمض اذا وضعت فى مكان بارد وتستمر حركات التفتح والغمض مستقلة عن الضوء ، وتحدث بواسطة التغير فى مقدار انتفاخ الخلايا المكونة للجانبين الأعلى والأدنى من البتلات . فان اختلاف درجة الحرارة يهيج الپروتوبلازم بحيث ان مقادير الماء المختلفة يؤذن لها أن تمر خلالها الى فجوات الخلايا

ومنها ، فتتغير حالة انتفاخ الخلايا تبعا لذلك . وازهار الاناجاليس وغيره من النباتات تغمض في النهار اذا كان الطقس معتما والهواء رطبا . وذلك انما يكون لحماية الأسدية وغيرها من الأجزاء التوالدية من أذى المطر أو غيره من الأسباب وبتفتيحها في أيام الدفء يجد النبات فرصة مناسبة للتلقيح الخلط . إذ لا يكثر زوارها من الحشرات إلا في مثل هذه الأحيان .

ووريقات الورقة المركبة من البرسيم وغيره من النباتات البقلية وكذا وريقات الحميض وغيره تطوى نفسها بعضها على بعض في الليل أو تغير مراكزها بطريقة خاصة وتعود في الصباح سيرتها الأولى . وتسمى الحركات التي من هذا القبيل ” بالحركات النعاسية “ (Nyctitropic or Sleeping movements) وانما يحدثها النبات ردا على التنبيه الحادث من اختلاف درجة الحرارة وتغير الاضاءة الحاصلة أثناء تغير الوقت من الليل الى النهار .

والغالب أن تتجه حواف الورق والوريقات في الليل الى أعلى أو تنكس الورقة بأجمعها أو تطوى بحيث ان السطح الورقي المعرض للسماء يتقصر نقصانا كبيرا فيقل بذلك فقد الحرارة الناشئ عن التشعع ، وعلى ذلك فالأوراق بتشكلها على هذه الصورة في الليل تحمي من أذى البرد حماية عظيمة .

تج ١٤٦ : الفص موضحى أوراق البرسيم والفول المتداد في الليل وفي النهار .

وفي النهار غط نبات برسيم بسلطانية أو حوض أو بناقوس وقارن بعد ساعتين بين وضع وريقات هذا الليل المفتعل ووضع الوريقات في النبات المجاور الذي بقي معرضا للضوء .

تج ١٤٧ : اقتطف بعض رؤوس متفتحة تمام التفتح من نبات المونتوكا (Montauca) الجعضيض وضع شماريخها في الماء ثم انقلها الى خزانة معتمة ولاحظ أن هذه الرؤوس تغمض بعد ساعة أو ساعتين من بقائها في الظلام . ثم انقلها الى مكان مضيء ولاحظ هل تعود فتفتح؟

(٣) الحركات المسببة بالاضاءة الجانبية — التأود الضوئى (Heliotropism)

اذا سمح لنبت بالنمو غير معترض فى نافذة غرفة عارية كان جانب من ساقها منارا أكثر بكثير من الجانب الآخر ، وتبعا لهذه الاضاءة ينحني الجزء النامى على مهل صوب الضوء بحيث ان طرف الساق وبعضا من الساق وراء الطرف المذكور يتجه فى النهاية صوب الجهة التى يأتى منها الضوء . ويحدث مثل ذلك الانحناء فى سوق النباتات النامية بجوار الحيطان ، وفى غيرها من الأماكن حيث يصل اليها النور من جانب أكثر من الجانب الآخر وهذا الانحناء ناشئ عن اختلاف فى سرعة النمو ومقداره على جانبي الساق مثل غيره من أحوال انحناء الأعضاء النامية . وهو ، كحركات الأوراق والجذور التى سيمرّ بك الكلام عنها ، انما يحدث مطاوعة لتنبيه الضوء الساقط على الساق من جانب واحد . ويوجد بالقرب من الطرف جزء صغير يمتاز بحساسه بالاضاءة الجانبية ، والظاهر أن التنبيه الذى يصيبه ينتقل متقهقرا الى الجزء الذى ينحني بالطريقة الخاصة السابق وصفها .

واذا قطع طرف ساق بادرة تبدو عليها هذه الحركات أو غطى غطاء محكما بحيث لا يتطرق النور اليه مطلقا فان ذلك الانحناء الخاص لا يحدث بته . واذا حدث هذا التنبيه الضوئى الجانبى للجذور سبب حركة عكس التى تلاحظ فى الجزء النامى من الساق . فالجزء النامى من جذر ما يميل منعجيا عن الضوء المنبه ، ويميل الطرف وجزء صغير بالقرب منه ، وان وقعا على خط الضوء الساقط ، (Incident Light) بعيدا منه وتسمى الحركات الحادثة ردّا لتنبيه الضوء الجانبى ، تلك الحركات التى تميل فيها أعضاء النبات صوب الضوء كالسوق ، هليوتروپزم أو بالتأود الضوئى (Heliotropism) أو التأود الضوئى الموجب . أما نقط التأود الضوئى المبتعد (Apheliotropism)

أو التأود الضوئي السالب فيطلق على الحركات التي يميل فيها العضو المنبه بعيدا عن الضوء كالجذور .

أما فائدة هذه الحركات فواضحة ، وذلك أن سوق النباتات تستطيع بها أن تصل الى الضوء فتجعل الأوراق التي تحملها في أليق موضع لقيامها بوظيفة "تثبيت الكربون" . وبه تستعين الجذور على التماس طريقها وتخلل شقوق الأرض المظلمة .

والظاهر أن أوراق البصل وتلك الأوراق السيفية الشكل العريضة من بعض ذوات الفلقة المفردة هيليو تروبية (تأود بالضوء) مثل السوق ولكن غالب الأوراق الخضرية العادية من النباتات تسلك مسلكا يخالف الجذور والسوق فانها تدور أو تلتف أعناقها حتى تجعل السطح الأعلى من نصولها على زاوية قائمة مع الاتجاه الذي يقع به النور عليها . وتسمى أعضاء النبات التي تأخذ هذا الموضع بالنسبة للضوء الواقع "ضوئية التأود عرضيا" (Diaheliotropic) ومن السوق قليل مثل سوق نبات جبل المساكين (Ivy) يكون متأودا ضوئيا عرضيا فتتمو على الحائط ملتصقة به ولا تحتاج الى معالجة خاصة لبقائها على تلك الصورة . على أن السوق الهليوتروبية العادية من أشجار الفواكه النامية في مواقع مشابهة لتلك تتحنى مبتعدة عن الحائط فاذا أريد منع هذا الانحناء وجب أن يحافظ على النقط النامية حتى تبلغ أشدها وتصلب وقد دلت التجارب على أن أشعة الضوء الزرقاء والبنفسجية هي الأشعة الفعالة في إحداث حركات التأود الضوئي . أما الأشعة الحمراء والصفراء فلا يرد عليها .

تج ١٤٨ : ازرع بعض بزور من الخردل في أصيص صغيرين من أصص الأزهار ، عرض كل منهما ثلاث بوصات فاذا بلغ طول البوادر بوصة تقريبا فضع أحد الأصيصين في صندوق شديد الظلمة وغط الآخر بصندوق مسود في باطنه بدخان البترول ومثقوب في جانب من جوانبه ثقباً يكون في مستوى رؤوس البوادر تقريبا واترك البوادر بعد ذلك يوما أو يومين ثم قارن جهات نمو سوقها في كلا الأصيصين .

تج ١٤٩ : استنبت بعضا من بزور الخردل فى تشارة خشب رطبة فاذا بلغت جذورها الابتدائية بوصة أو بوصة ونصف نخذ بادرة منها أو اثنتين وأنزل جذورهما من ثقوب فى ورقة مقواة ثم سد الثقوب بعد ذلك بشئ من القطن لمنع البادرتين من الانزلاق ثم ضع الورقة المذكورة فوق كوبه ملئت بماء البئر بحيث تغمر الجذور فى الماء رأسيا .

وضع الجميع فى صندوق معتم به ثقب فى جانبه كالموصوف فى التجربة السابقة ودع البادرتين تمان يوما أو يومين ثم افحصهما بعد ذلك وأنظر هل الساق والجذر رأسيان كما كانا عند ما وضعا فى الصندوق أم لا ؟

تج ١٥٠ : افحص أنواع الجرانيوم (Granium) وغيرها من النباتات التى تنمى فى النواذ ولاحظ كيف أن هذه النباتات تميل صوب الضوء .

ولاحظ أن الأوراق تجعل سطوحها العليا صوب الضوء . لاحظ أوراق فراخ حبل المساكين وغيره من النباتات التى تنمو ملاصقة للجدران ، تجد أن العليا صوب الضوء وأنظر هل تنمو الأوراق جميعها على جانب واحد من سوق نباتاتها هذه ؟ هل انحنى الأعناق صوب جهة ما ؟

(٤) الحركات المحدثه ردًا لقوة الجاذبية — التأود الأرضى أوجيوتروپزم (Geotropism) .

ما من جسم على الأرض إلا وهو كأنه مجذوب صوب مركز الأرض بقوة تسمى "قوة جاذبية الثقل" . لهذه القوة تأثير منبه فى شتى أعضاء النباتات الحية وأغلب السوق الابتدائية تنمو رأسية الى أعلى ضد هذه القوة مبتعدة عن الأرض فاذا وضعت أفقية انحنى مناطق النمو بالقرب من أطراف السوق الى أعلى على مهل حتى تعود رأسية كما كانت . أما الجذور فتتنمو الى أسفل مع القوة صوب مركز الأرض ، فاذا وضعت جذور البوادر أفقية انحنى أجذاؤها النامية على عجل على شكل زاوية قائمة وأخذت شكلا رأسيا بحيث تكون أطرافها متجهة الى أسفل .

وتسمى الجذور "جيوتروبية" (Geotropic) أى متأودة للأرض أو متأودة أرضية موجبة فى حين أن السوق التى تنمو بعيدة عن الأرض تسمى "المتأودة الأرضية المبتعدة" أو "أبوجيوتروبية" (Apogeotropic) والمتأودة الأرضية السالبة .

وريزومات البطاطس وغيره من النباتات فى العادة متأودة أرضية عرضية (Diageotropic) فهى تنمو أفقية وإذا وضعت رأسية أخذت فى الانحاء ببطء الى جانب حتى تكون مناطق النمو والأطراف موازية لسطح الأرض .

وتستمر هذه الحركات فى الظلام . وهى نتيجة تنبيه الجاذبية المؤثرة فى الأطراف الحساسة من السوق والجذور لا فى الأجزاء النامية التى تصبح منحنية .

ويظهر أن الفروع الثانوية الجانبية من الجذور أقل احساسا بفعل جاذبية الثقل من الأعضاء الابتدائية فان الجذور الثانوية تنمو الى أسفل مائلة فى التربة لا رأسية .

وشماريخ غالب الأزهار فى العادة متأودة أرضية مبتعدة أى أبوجيوتروبية ولكن احساس التأود الأرضى فى بعض الأحيان يتغير اذا تفتحت الزهرة . وكثير من صنوف الدفوديل (Daffodil) تصبح تأودية ضوئية عرضية اذا تفتحت الزهرة فتأخذ فوهة التويج موضعا متراوح الأفقية وتتحنى سوق القمح والشعير فى العادة الى أعلى عند الكعوب عند ما تتحنى الى جانب بسبب الريح أو المطر وقد تستقيم السلاميات والسنابل بعد أن ترقد النباتات اذا لم يحدث هذا الرقاد متأخرا .

والحركة المتأودة الأرضية المبتعدة في سوق الغلال مسببة عن تنبيه جاذبية الثقل الذى يجدد النمو في الأنسجة المكونة لقواعد الورقة المتفخمة الملاصقة للكعوب .

نجم ١٥١ : أعد (نجم ٩) ولاحظ المسلك الحيوتروبي الذى تسلكه جذور الفول المستعمل وسوقه .

نجم ١٥٢ : ازرع فولة مدادة في أصص مملوء من ثرى البساتين واستبقها في مكان مظلم . فإذا بلغت ساق البادرة بوصتين أو ثلاث فأرقد الأصص على جنبه حتى تكون ساق البادرة أفقية ودعها تنمو في الظلام كما كانت . والفحصا بعد بضع ساعات ولاحظ منحنى الساق واذكر أى أجزائها قد انحنى أكثر من غيره .

نجم ١٥٣ : اقطع قطعة مستقيمة من ساق صغيرة السن من نبات الشعير أو القمح ولكن في هذه القطعة كعب حوالى منتصفها وأزل الطرف الأسفل المقطوع من ثقب في سداة فل يسهلها فم زجاجة مفرطحة . واملاء الزجاجة بالماء وأزل السداة والقشة فيها من قم الزجاجة المذكورة وضع الزجاجة على جانبها بحيث تكون قطعة الساق أفقية ودعها في خزانة معتمة طول الليل والفحصا في الصباح . وانظر هل القشة أفقية ؟

(٥) الحركات المسببة من اختلاف رطوبة التربة التأود . الرطوبي هيدروتروبيزم (Hydrotropism) — أطراف الجذور حساسة بما يحدث من التغيرات في مقدار رطوبة التربة . فانها وهى نامية في الأرض تميل نحو أكثر الأجزاء رطوبة وعليه فان جذور النباتات تضرب في الأرض حتى تصل الى الآبار ومجارى المياه وأنايب الصرف الى مسافة بعيدة عن المكان الذى قامت عليه السوق بعدا كبيرا .

الفصل الحادى والعشرون

التوالد. REPRODUCTION.

١ — ان العمليات الفيسيولوجية التى سبق بحثها انما تعنى ببقاء حياة النبات ولا بد الآن من بحث عملية التوالد ، أى قوة اخراج أفراد جديدة منفصلة ، التى هى احدى الخواص العظمى التى للكائنات الحية .

هناك نوعان من التوالد فى النباتات الزهرية وهما (١) التوالد الخضرى (Vegetative Reproduction) و (٢) التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction).

التوالد الخضرى

ان الأساس فى التوالد الخضرى انفصال أجزاء الآلات الخضرية من النبات انفصالا طبيعيا أو صناعيا فينمو كل جزء منفصل حتى يكون نباتا جديدا تاما . ويرى هذا الكائن الخضرى الطبيعى فى نبات البطاطس وذلك أن ريزومات أرضية نحيلة تنمو من النبات الأصيل وتغلظ وتكون درنات عند أطرافها وفى آخر الصيف يبيد النبات الأصيل تاركا وراءه الدرنات وحدها وهذه تنمو فى الفصل التالى حتى تكون نباتات جديدة منفصلة .

وتكاد النباتات ذات الريزومات الأرضية المتنوعة تسلك هذا المسلك فتموت الأجزاء الأصلية المسنة وتبقى الفروع الجانبية الحديثة ضاربة بجذورها فى الأرض لتحيا حياة الافراد المستقلة . والبراعم التى على الدفانات والمدادات من نبات الشليك تتأصل جذورها فى الأرض وبعد موت السلاميات العادية تكون نباتات منفصلة ومن الأمثلة على التوالد الخضرى ما يرى فى النباتات البصلية وذوات الكرما (راجع صفحات ٥٢ — ٥٧) .

وتوجد، فضلا عن طرق الوالد الطبيعى المذكورة، طرق أخرى شتى من التوالد الخضرى الصناعى، فانه اذا وضعت قطع منفصلة من جذور كثير من النباتات أو من أوراقها أو من سوقها فى ظروف سيمربك ذكرها أخرجت من الآلات ما يلزم لجعل هذا الجزء نباتا تاما . فمن ذلك أنك اذا قطعت فراخ النبات ووضعتها فى تربة مناسبة أخرجت فى الحال مجموعا من جذور عرضية واذا عوملت قطع من الجذور بمثل هذه الطريقة أفرخت براعم تنشا عنها فراخ ورقية . ويلاحظ أنه وان كانت الجذور قد تتكون اذا غرست أحد طرفى العقلة فى التربة فان خير نمو للجذور إنما يحدث اذا وضع فى الأرض ذلك الطرف من العقلة الذى كان أقرب الى جذر النبات الذى اقتطع منه . واذا دفنت عقلة جذرية فى التربة كان أشد نمو لجذورها يحصل من طرف العقلة الذى كان أقرب الى قمة الجذر . فاما الطرف الآخر فيخرج براعم عرضية . أما فراخ بعض أفراد الفصيلة المخروطية وغيرها من النباتات ، فلا يظهر أنها قادرة على اخراج جذور ، ولا جذورها قادرة على تكوين براعم وعلى ذلك فان النباتات التى من هذا القبيل لا يمكن توالدها خضرىا .

وأشيع الأمثلة على التوالد الخضرى الصناعى ما يرى فى عملية تكثير النباتات بواسطة العقل والترقييدات وفى عمليات التطعيم "بالعين" والتطعيم "بالقلم" التى يستعملها البستانيه .

العقل (Cuttings) — يطلق لفظ "عقلة" على أى جزء من جذر أو ساق أو ورقة تقطع من نبات ويستعمل لغرض التكاثر . ومن النباتات قليل مثل أنواع البيلارجونيوم له قدرة على تكوين براعم عرضية على أجزاء مقطوعة من جذورها ويمكن تكثيرها بواسطة العقل الجذرية . وأوراق أنواع البرابوفيللوم وغيرها من النبات اذا قطعت على استطالة الأعيار (Mid, ribs) ودفنت

في أرض رطبة أو وضعت عليها ثم حفظت في حرارة مناسبة تخرج براعم وجذورا تنمو نباتات جديدة عند النقط التي قطعت عندها أعيار الورقة . على أنه في أغلب الحالات تختار فراخ لأجل العقل . وهي تعطى خير النتائج إذا قطعت تحت الكعب مباشرة إذ في أغلب الأحوال لا تتكون الجذور العرضية إلا في هذه النقط . أما العقل المأخوذة من النباتات العشبية الورقية فتوضع في أرض رخوة دافئة لاسراع تكون الجذور وتحفظ في جو رطب لمنع سرعة فقد الماء بواسطة النتح أثناء الوقت الذي تكون فيه الفراخ بلا جذور .

وتشتمل العقل الخشبية على مقدار كاف من الزاد المختزن لتكوين النسيج الكنبي (Callus) والجذور . على أن العقل العشبية لا تشتمل في العادة إلا على مقدار قليل جدا من المواد المجهزة . وعليه يجب تعريضها للضوء حتى يمكنها أن تقوم بعملية "تثبيت الكربون" .

والتين والرمان والأعنان سريعة التكاثر بواسطة العقل وقد يمكن أيضا تكثير أنواع الكثرى والتفاح مثل ذلك . ولكن انتاج هذه الأشجار للجذور غير مضمون .

والعادة في عقل أشجار الفاكهة أن يكون طولها من ثماني بوصات الى عشرة وتأخذ من خشب السنة الماضية الذي تم بلوغه وبعد اقبال ورق الفراخ في الخريف . ويجب قطع البراعم الموجودة على الجزء المغروس في الأرض من الفرخ حيث يراد تجنب خروج الهراء (Suckers) ولا تترك على الجزء الواقع فوق التربة إلا البراعم المحتاج اليها لتكوين النبات (شكل ٨١) .

وأسرع ما تتكون الجذور في التفاح والكثرى عندما يكون للعقلة "عقب" أي قطعة صغيرة في قاعدتها من خشب الفرع الكبير الذي كانت العقلة نامية عليه .

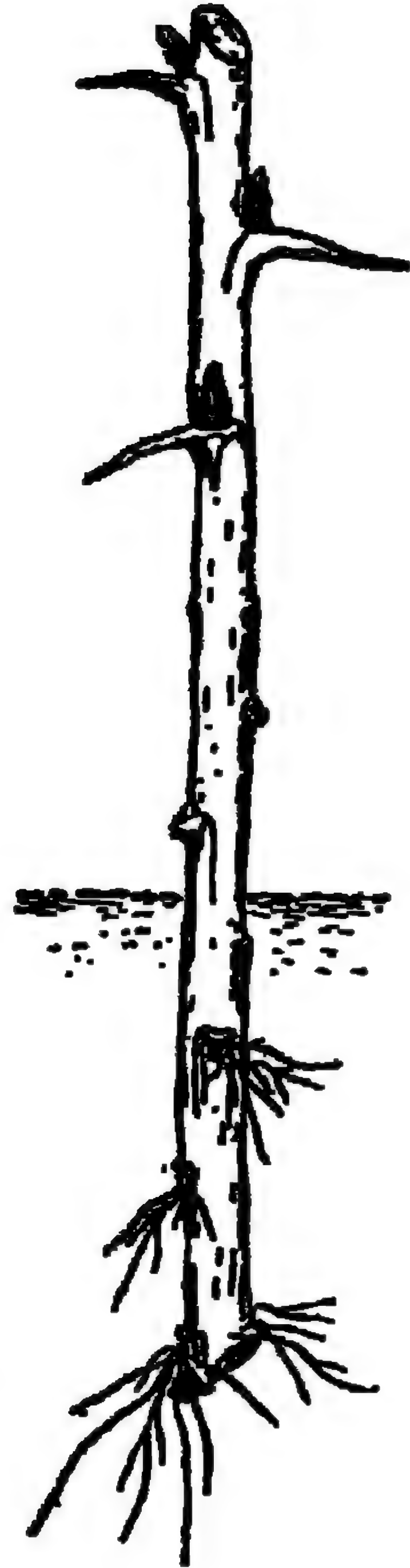
وإذا كانت درنات البطاطس كبيرة جدًا أو كان صنفها نادرا تقطع بالطول أحيانا بحيث يكون فى كل قطعة "عين" أى مجموع براعم . هذه العين تنمى نباتا جديدا اذا وضعت القطعة فى الأرض .

٥ . — الترقيدات (Layers) — عملية الترقيد (Layering) عبارة عن حنى فرخ نبات ودفنه فى الأرض . هنا تخرج الجذور من الجزء المنحنى بعد زمن ما ، يمكن بعده قطع الفراخ المسماة "ترقيدات" قطعاً باتا عن أمها . وقد يكفى لإبراز الجذور مجرد حنى الفرخ وتغطيته بتراب رطب دافئ . ولكن يغلب أن يضاف الى ذلك احدى الطرق الآتية لضمانة حسن تكون الجذور وهى : التلسين والتشليم والتدوير فى الترقيدة .

فأما "التلسين" فلفظ يطلق اصطلاحا على عملية اجراء شق مائل الى أعلى فى الترقيدة عند كعب من كعوبها (كما فى ا . شكل ٨٢) .
وأما "التدوير" فهو ازالة حلقة تامة من القلف أو الأنسجة حتى منطقة كامبيوم الساق بحيث يكون عرضها نصف بوصة .

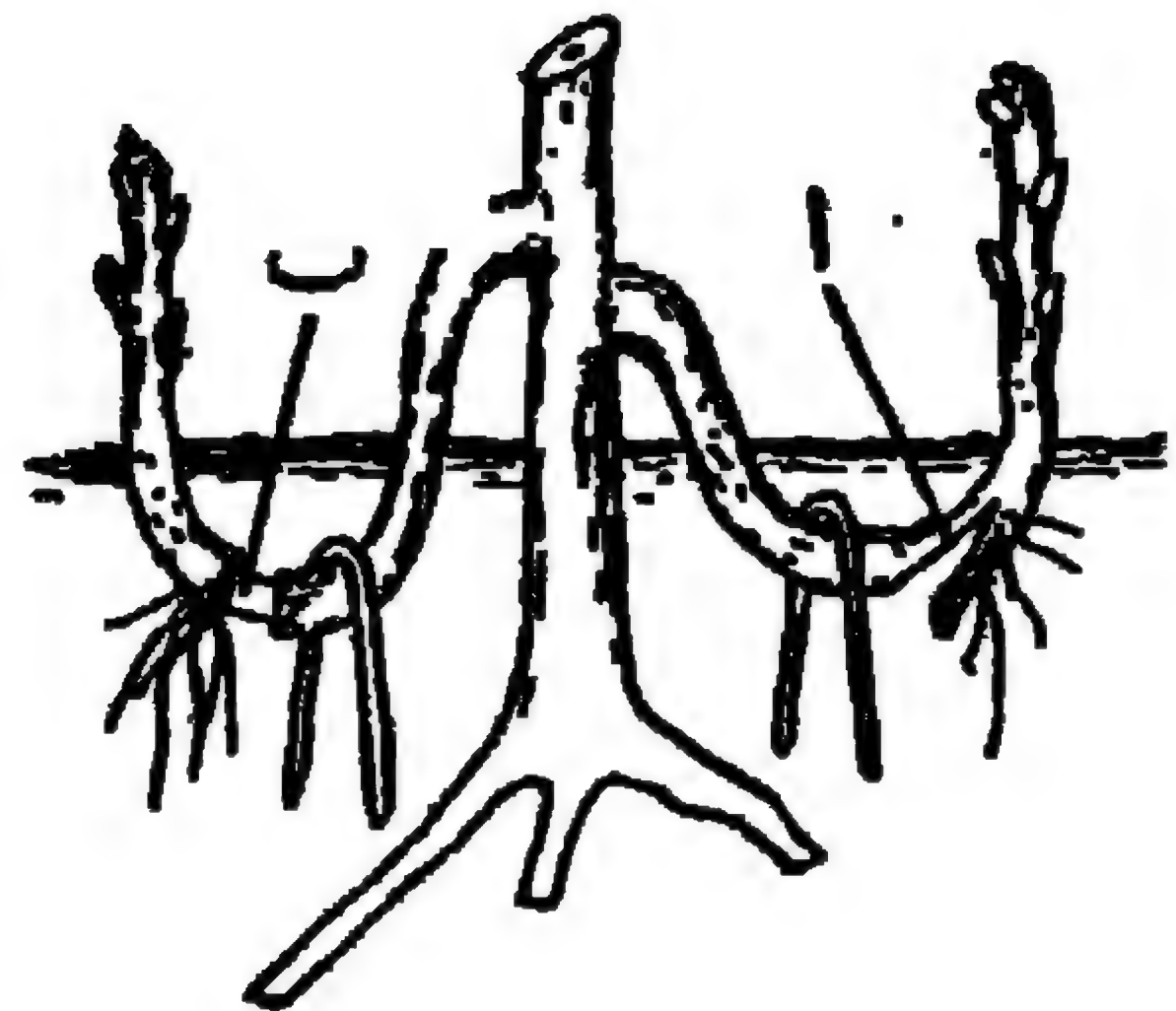
وأما "التشليم" فلفظ يراد به عمل قطع على شكل الرقم ٧ فى الساق . كل هذه الحيل وغيرها مما هو مستعمل يعوق سيل العصارة المجهزة الى الوراء ، من طرف الفرخ الموجود فوق وجه الأرض . وتراكم المواد المجهزة فى جزء الفرخ الواقع فيما وراء القطع يدعو تبعا لذلك الى تكون جذور عرضية عليه .

والترقيد فى العادة أنجح منه فى التكاثر بواسطة العقل إذ أن هذه عرضة للموت قبل أن يتكون جهاز جذرى واف بجاجاتها . أما فى عملية الترقيد فان الفرخ يبق متصلا بأصله حتى تضرب جذوره . وفى هذه الأثناء يحصل



(شكل ٨١)

عقلة تين تكون الجذور العرضية في الأرض .



(شكل ٨٢)

رسم ياني يمثل طريقة الترقيد .
(ب) فرع أجريت فيه عملية " التدوير " .
(أ) فرع أجريت فيه عملية التسين .

منه على مائة وعلى مقدار ما من المواد الغذائية وتكثر الأعناب بواسطة الترقيدات وكذلك الأمر في التفاح والكمثرى والبرقوق والسفرجل وغيرها من الأصول التي تستعمل للبرعمة والتطعيم . ويحصل ترقيد هذه الأنواع في الخريف عادة ، وتترك الترقيدات متصلة بأمتها حوالي اثني عشر شهرا أو حتى يتكون لها جهاز جذري صالح ثم يمكن بعده أن تقطع عن أمها قطعاً باتاً وتنقل حيث يشاء .

٦ — البرعمة والتطعيم (Budding and Grafting) — لعملية البرعمة ، يؤخذ برعم من نبات ويرشق في ساق نبات آخر . فأما التطعيم فيؤخذ له جزء من فرخ عليه براعم عدة ويعالج بالطريقة السابقة ويسمى الفرخ الذي يرشق "بالطعم" (Graft) وإذا أحكمت معالجة البرعم أو الطعم والساق المرشوق عليهما اتحد بعضهما مع بعض اتحاداً عضوياً حتى يلوحا كأنهما نبات واحد تمتد جذوره البرعم أو الطعم المتصل به بالماء وغيره من مواد الأرض ، وتستغل أوراق الفراخ الناشئة من البرعم أو الطعم بصنع مواد لتغذية الجذور وانماؤها . ولكن مهما يكن من الأمر فإن الطعم والمطعم في كل الأحوال تقرنيا يحفظان خصائصهما المورفولوجية الفردية ، فيساكنان من هذه الوجهة مسلك نباتين مفترقين متميزين .

ويقال ان من النباتات المبرعمة أو المطعمة ما يخرج فراخاً تشابه الطعم والمطعم عليه معاً في شكل أوراقهما ولون أزهارهما وغير ذلك من الصفات المورفولوجية . ويسمى الفرخ الناتج على هذا النحو "بالهجن الطعمي" (Plant Hybrid) على أن هذا نادر الحدوث .

والبرعمة والتطعيم عمليتان أشيع ما تجريان في ذوات الفلقتين من النباتات الخشبية على أنه قد تتحد النباتات العشبية اتحاداً يرتاح إليه . أما محاولة تطعيم ذوات الفلقة المفردة فيندر نجاحها .

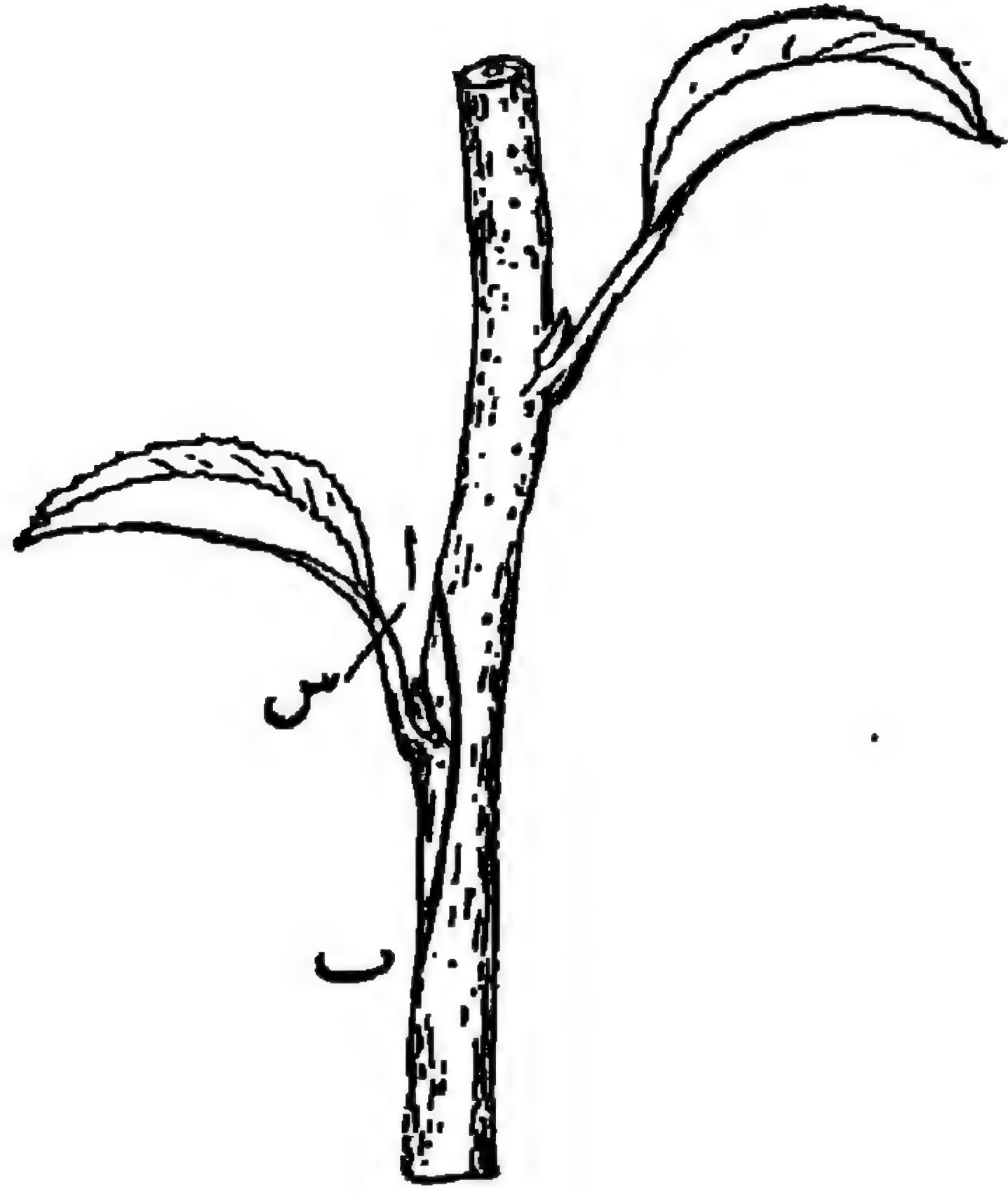
وقد يطعم نوع من النباتات على نوع آخر متميز عنه تميزا تاما ، كتطعيم الخوخ على البرقوق والتفاح على الكثرى والكثرى على السفرجل ، والبطاطم على البطاطس . وفضلا عن ذلك فان من الأنواع التابعة لأجناس مختلفة ما يمكن اتحاده ونمائه صالحا . على أنه يظهر أنه لا يمكن نجاح تطعيم النباتات بعضها على بعض حتى تكون من عشيرة أو فصيلة واحدة .

وإذا قيل ان صنفا من الكثرى سواء طعم على سفرجل أو تفاح أو غير ذلك من الأصول يبقى محرضا كل الصفات الخاصة التى من أجله غرس فان الطعم نفسه يعتوره شيء من التغير فى حجم ثمرته ومذاقها وفى ابدار قوة حمله أو تأخرها وفى عادة نموه وغير ذلك من الأمور بتأثير الأصل المطعم عليه . ويلاحظ مثل ذلك التأثير الناشئ عن الأصل فى الطعم وفى نتاجه فى أغلب أشجار الفواكه الأخرى والظاهر أن لهذا الأمر علاقة بصعوبة نقل المواد الزادية من الزيلم عند نقطة اتحاد الطعم بالأصل .

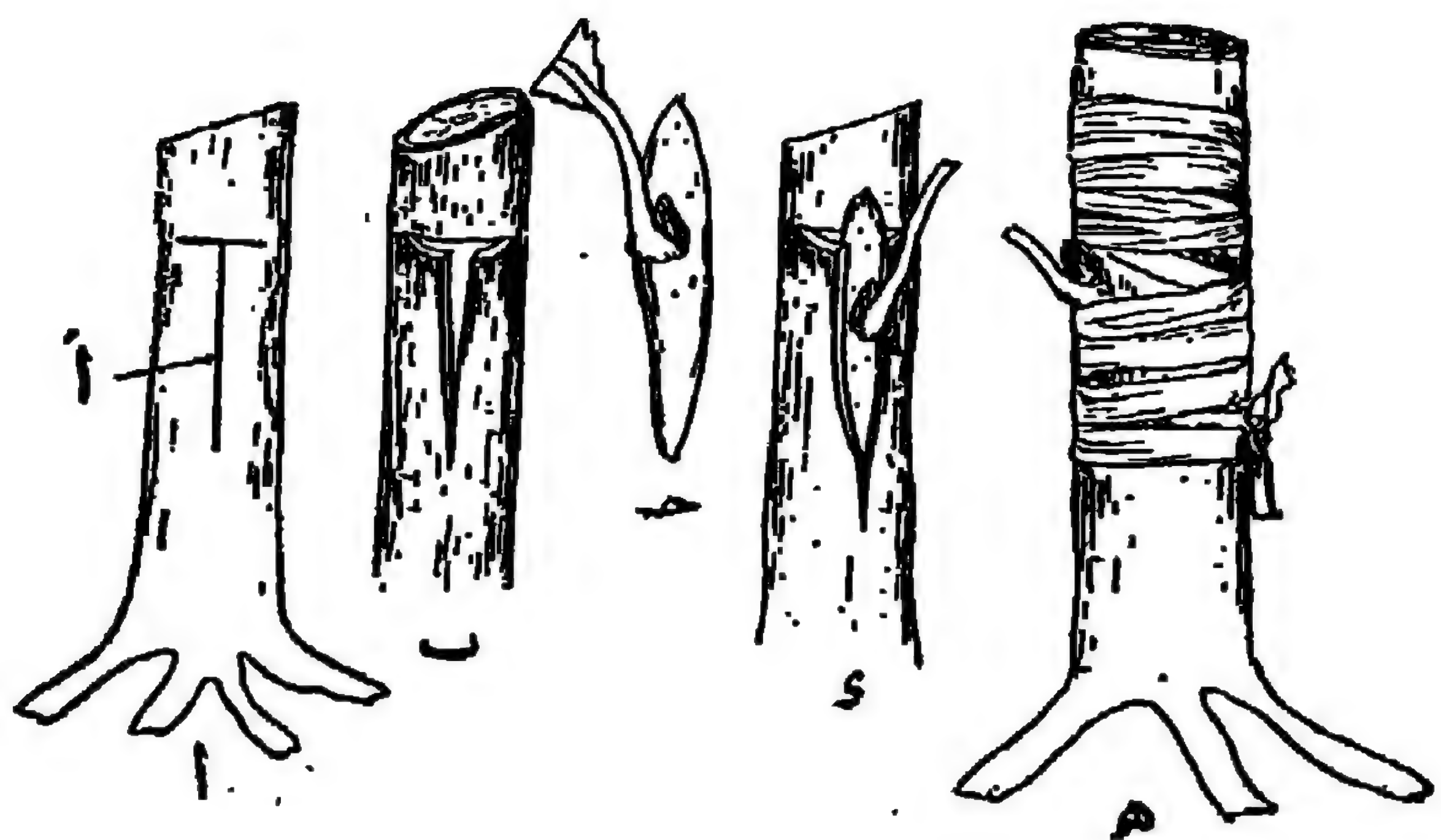
والعادة فى أشجار الفواكه وهى على جذورها أى وهى غير مطعمة أن تكون أقل حملا وأحط صنف ثمرة مما يجنى منها اذا طعم نوعها على أصل آخر مناسب .

ولانتاج أشجار من الكثرى قصيرة الطول تبكر بجمالها ، تطعم الكثرى فى العادة على السفرجل وكذلك الأمر فى التفاح فانه يطعم على صنف البراديز (Paradise) وهو قصير القامة جذوره سطحية .

وكثيرا ما تستعمل سوق برقوق ماسل (Mussel) وسان جوليان (St.-Julien) أصولا للبرقوق . وهناك طرق شتى كثيرة جدا يجرى عليها فى تهيئة البراعم والطعوم وغرسها .



(شكل ٨٣)



(شكل ٨٤)

رسم بياني يشرح طريقة برعمة شائعة .

وأشيع الطرق المتخذة لتكثير أشجار الفواكه والورود بواسطة البرعمة . هي الطريقة المعروفة "بالبرعمة الدرعية" (Shield-budding) وهذه تجرى عادة عند ما يمكن فصل قلف المطعم على خشبه بسهولة على امتداد حلقة الكامبيوم المنشط . ويجب أن تكون البراعم المتخبة براعم خشبية بالطبع وأن تؤخذ من فراخ خرجت في العام نفسه . وينبغي أن لا تكون صغيرة السن أو كبيرتها ولذا فإنها تقطع من الجزء الأوسط الواقع في منتصف الفرخ حيث يكون الخشب قد أدرك نصف درجة البلوغ .

أما البرعم الذي يراد استعماله فيجب أن يقطع من الفرخ الصغير على الصفة الميئة عند (ا ب . شكل ٨٣) وذلك أن تفصل مع البرعم قطعة من القلف على صورة الدرع ومعها جزء صغير من خشب الفرخ يتزع من القلف بعد ذلك باحتراس وإلا فإنه اذا نزع قطعة الخشب المذكورة ونزعت معها اسطوانة البرعم الوعائية الابتدائية أى محوره بدا البرعم أجوف اذا نظر اليه من الباطن وأصبح عديم الفائدة إذ أنه في هذه الحالة لا يستطيع النمو ولا التكشف . أما الورقة التي يكون البرعم ناميا في ابطها فتقطع كما في سـ بحيث يترك من عتقها ثلاثة أرباع بوصة متصلة بالقلف . فاذا تم هذا عمل شق على شكل T (ا . شكل ٨٤) في الأصل المراد التطعيم عليه ويرفع القلف بلطف كما في ب . ويؤتى بالبرعم المجهز ويرشق في الشق كما هو مبين في د ثم يربط الكل ربطا محكما ويلف عليه بشريط من القطن أو بما مائله حتى يضم الأجزاء المجروحة بعضها الى بعض ضمما شديدا . أما البرعم نفسه فيبقى مكشوفاً (هـ . شكل ٨٤) .

وبعد البرعمة بثلاثة أسابيع أو شهر يفك الرباط أو يرانحى ولا يصح بعد قطع الجزء الأعلى من الأصل المطعم عليه في الربيع أن يسمح بنمو شيء إلا البرعم الذي طعم .

وفى عمليات البرعمة التى تجرى بالصفة المذكورة يصبح النسيج اللائم أى الكنب الذى يكونه كامبيوم البرعم المنقول متحداً مع كنب كامبيوم الأصل الذى طعم عليه البرعم . وبما أن سطوح الكامبيوم المجموعة بعضها الى بعض كبيرة فلا غرو اذا حدث إثمارها على عجل إثمارا صالحا .

أما عملية التطعيم فمدارها اتخاذ قطعة صغيرة من الفرخ المعنى ، عليها برعمان أو ثلاثة أو أربعة ، بالأصل . وفى تطعيم أشجار الفاكهة تقطع الطعوم من فراخ السنة الماضية قبل ابتداء النمو الخضرى . وتوضع بعد ذلك فى رمل رطب أو فى ثرى من ثرى البساتين فى الجهة البحرية من جدار ، أو تبقى فى مكان بارد حتى لا تجف . ولكى تبقى ساكنة حتى يحتاج إليها فى أو ان اجراء عملية التطعيم .

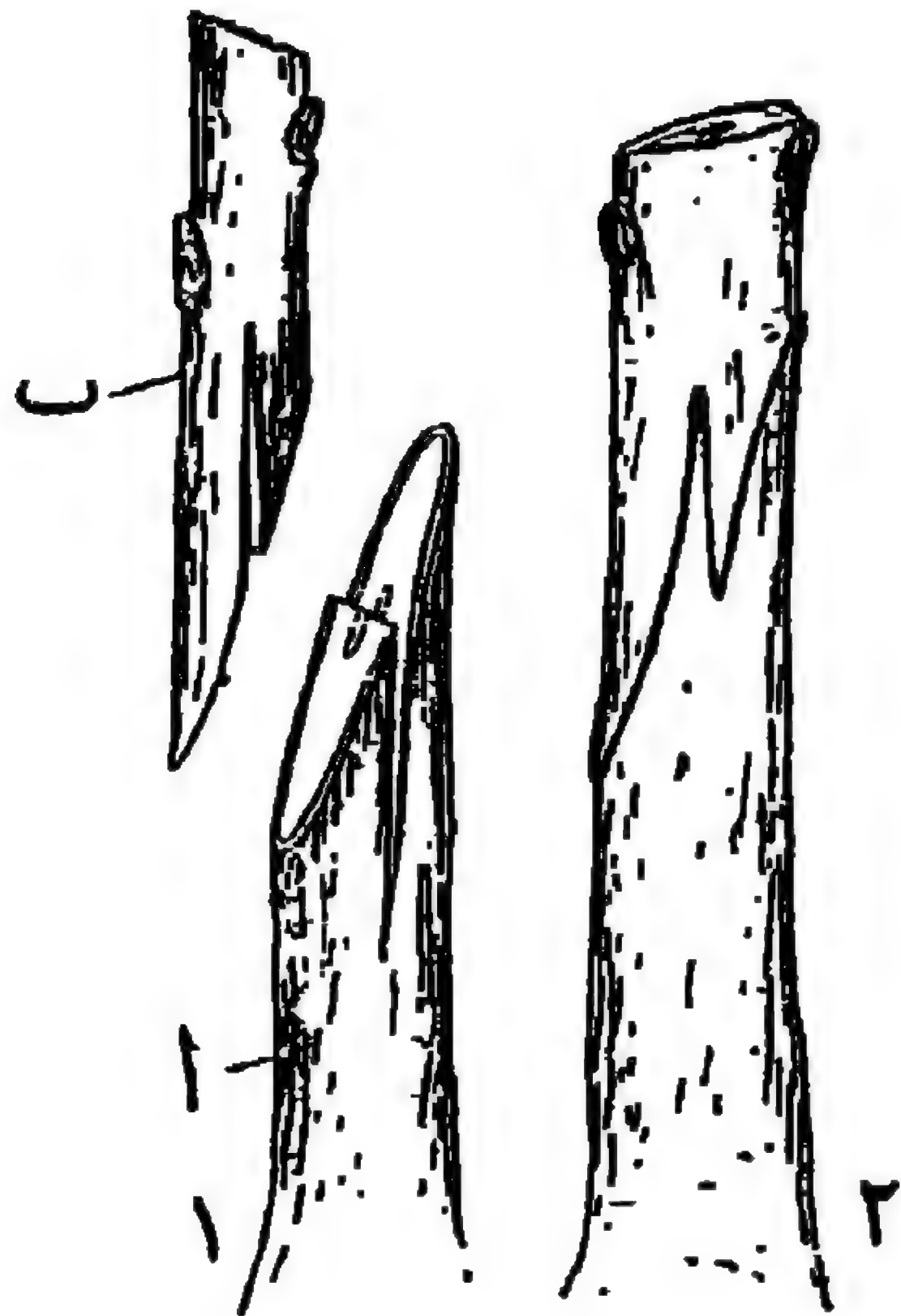
ويقطع الجزء الأعلى من الشجرة أى رأسها قطعاً باتاً فوق النقطة التى يراد تطعيم الطعم فيها بقليل ويجب أن يجرى هذا قبل أن يتبدى النمو فى الربيع . وهناك طرق كثيرة لاتحاد الطعم بالأصل يحريها البستانية على أنه لابد من ذكر أن النسيج الكنبى الذى يحدث الالتحام ينشأ على الأخص من كامبيوم الطعم والأصل والخلايا المتأخمة للكامبيوم مباشرة ؛ أما الخشب المدرك القديم فلا دخل له فى هذه العملية .

وأشيع الطرق المستعملة فى التطعيم هى :

(١) التطعيم اللسانى .

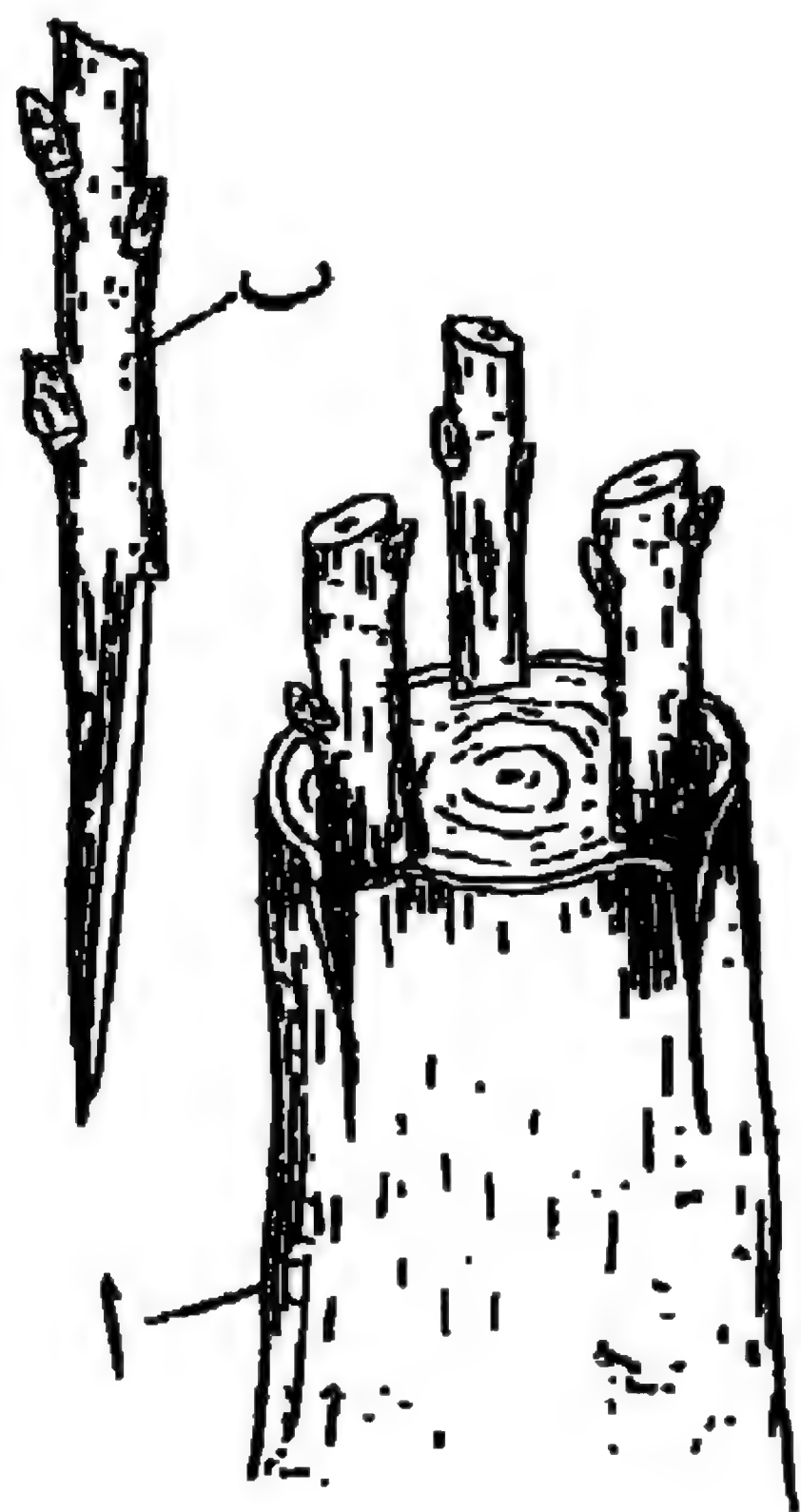
(٢) » التاجى .

فأما الأول فيستعمل حينما يكون حجم الطعم والأصل واحداً تقريبا ؛ وأما الثانى فيلجأ اليه عند ما يكون الطعم أنحف من الأصل المراد التطعيم عليه .



(شكل ٨٥)

رسم بياني يري طريقة التطعيم التلسيني . (١) الأصل ١ و الطعم ب متفصلين . (٢) الأصل والطعم متلابيين قبل ربطهما .



(شكل ٨٦)

رسم بياني يمثل طريقة التطعيم التاجي . ب = طعم مجهز ؛ ١ = أصل غرز به ثلاثة طعوم .

وفي التطعيم اللسانى يقطع الطعم أولا ثم يقطع ويبرى طرف منه بميل طوله بوصتان أو ثلاث ثم تعمل فيه فجوة (كما فى ب . شكل ٨٥) .

ويعالج الأصل بنفس الطريقة حتى اذا وضع الطعم عليه ناسب أحدهما آخر (كما فى ٢ . شكل ٨٥) ثم يربط الجزءان بعضهما مع بعض ربطا محكما، ويغطين الجرح إما بشمع التطعيم أو بالطين لمنع دخول الهواء والمطر ويجرد تكشف البراعم الموجودة على الطعم عن فراخ طول كل منهما ست بوصات أو ثمان ينزع الرباط والغطاء باحتراس ويربط الطعم والأصل الى دعام حامل .

وفي التطعيم التاجى يقطع طعم أو أكثر ويعمل فيه قطع مائل ثم يرشق فى شقوق طويلة طولها بوصتان فى قلف الأصل المطعم كما هو مبين فى شكل (٨٦) وتربط الأجزاء المجروحة بعد ذلك وتغلى بالطين أو الشمع كما سبق الوصف فى التطعيم اللسانى .

واعلم أن ما يخرج من البصلات أو الدرنات أو العقل وكذا البراعم والطعوم ليس فى الحقيقة نباتا جديدا وإنما هو امتداد من جسم الأم التى أنتجتها يحوز نفس الصفات المورفولوجية والفيسيولوجية التى للنباتات التى أخذت منها إلا فيما ندر . وما من صفة تجعل الأم قيمة إلا وتوجد فى النباتات المشتقة منها بواسطة الطرق الشتى التى سبق وصفها . ولهذا الأمر على الأخص يستفيد الفلاح والبستاني ومربي النباتات من قوة التوالد الخضرى . وتختلف النباتات المحدثه من بزور أصناف منتخبة من التفاح والكثيرى وغيرها من أشجار الفاكهة اختلافا كبيرا عن أمهاتها ويرى مثل هذا البونين الأم والابن اذا قورنت بواذر الكريزاتين (Chrysanthemums) والدهليا (Dahlia) والبطاطس وكثير غيرها من النباتات المزروعة ، بأسلافها .

وعليه فان توليد النباتات بواسطة البزور فى مثل هذه الأحوال لا يمكن أن يعتمد عليه كواسطة للحصول على عدد من النماذج كل منها يشبه الأم . لذا كانت الطريقة الوحيدة للحصول على الغرض المطلوب هى الاستفادة من قوة التوالد الخضرى .

وللتوالد الخضرى فضل آخر هو اقتصاد الوقت اذا كان الغرض سرعة تكثير بعض أنواع النباتات فانك اذا أردت الحصول على مغل ثمين من البطاطس بواسطة بزور أنفقت خمس سنوات أو ستا ، وقد تنفق من الزمن فوق ذلك لإنشاء بستان من أشجار الكثرى أو التفاح اذا غرست به بزورها . ولكنك اذا استعملت الدرنات فى الأول ، والتطعيم على أصول مستقرة باغت غايته فى وقت قصير .

ويقتصد الزمن أيضا اذا ولد الشليك من مدادات متفرقة بعضها عن بعض بدلا من البزور ، وكذلك الأمر اذا استعملت البصيلات فى تكثير أصناف النرجس بدلا من البزور .

نتج ١٥٤ : الحصى عقل وترقيدات من البلارجونيوم والأعشاب والتين وغيره مما تصل إليه يدك بعد اذ تكون جذورها قد ضربت فى الأرض واعمل رسوما عن أطرافها التى أرسلت جذورها .

نتج ١٥٥ : يجب أن يكلف كل طالب بيرعمة وردة وتطعيم شجرة من أشجار الفاكهة . الحصى المعالم الخارجية من الأشجار المبرعمة أو المطعمة فى البساتين والحدائق وأنظر هل ينمو الأصل والطعم فى الشخانة بنسبة واحدة أم لا ؟

الفصل الثانى والعشرون

التوالد

نُتْمَة

التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction.)

١ — ان الأساس فى التوالد التزاوجى فى النباتات وفى الحيوانات أيضا هو امتزاج نوعين خاصين من الخلايا أحدهما خلية توالدية ذكورية والآخر خلية توالدية أنثية تكونان بعد امتزاجهما التام أى اختلاط أجزائهما بعضهما ببعض خلية مفردة قادرة على النمو الى كائن جديد حى .

أجل ، ان الخلية الأنثية فى أحوال التوالد البكر (Parthenogenesis) تتكشف عن نبات جديد بغير سبق اتحاد مع خلية ذكورية ولكن هذا أمر استثنائى بحت ، إذ القاعدة أنه لا الخلية الذكورية ولا الخلية الأنثية قادرة على التكشف بذاتها بل انما يكون ذلك بعد ان تجرى عملية الاخصاب (Fertilisation) أى اتحاد الخلية الذكورية مع الخلية الأنثية . هنا تنمو الخلية الأنثية حتى تصبح نباتا جديدا وهاتان الخليتان المتحدتان أى الجميطتان كما يطلق عليهما (Gametes) 'تتخلقان فى آلات توالدية تختلف صورها فى عالم النبات اختلافا كبيرا .

أما نحن فلا نستطيع الآن إلا أن نعى بالخلايا التزاوجية والآلات التوالدية من النباتات الزهرية العادية .

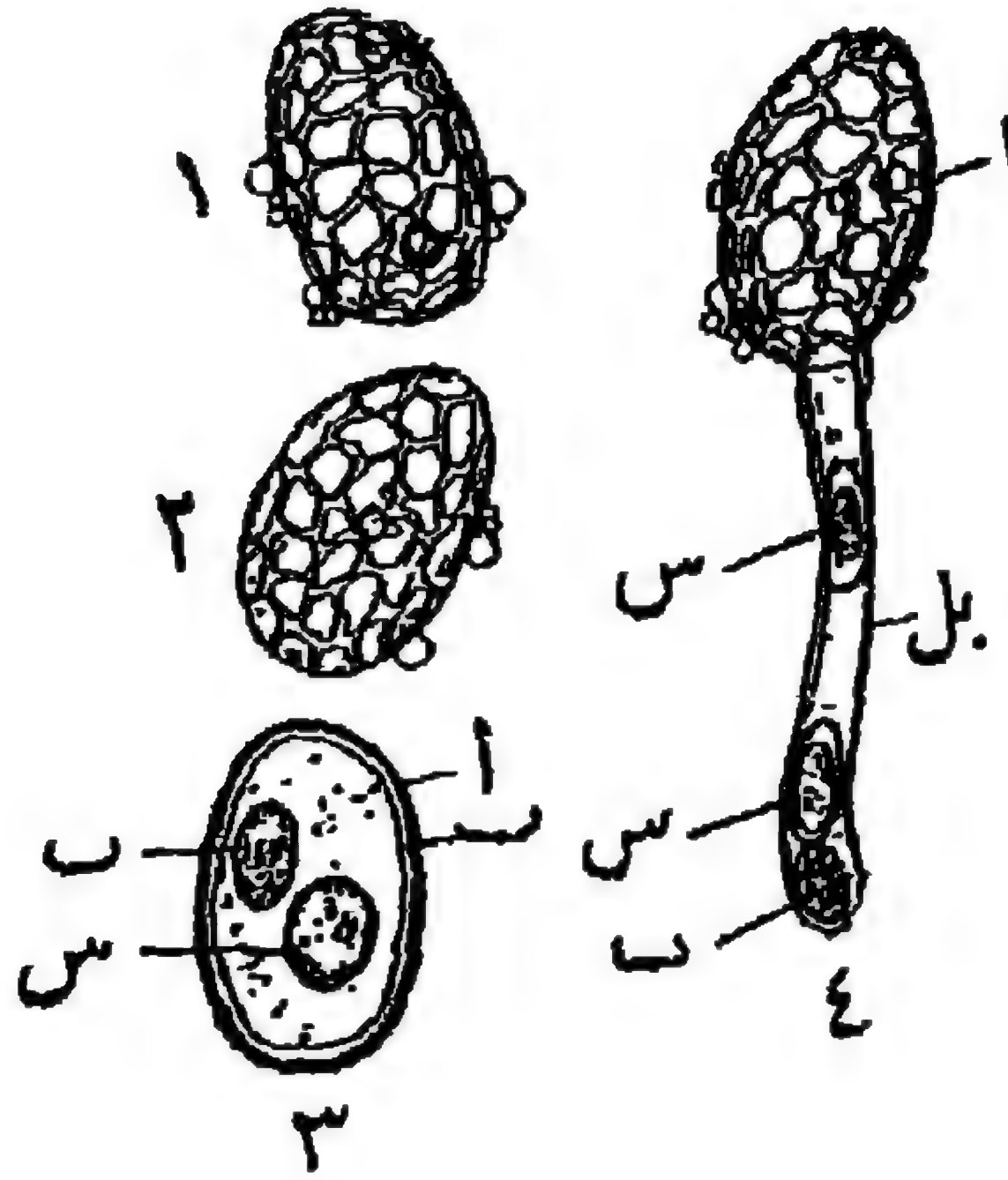
آلات التوالد فى هذه النباتات هى الأجزاء الجوهريّة من النباتات الزهرية كما مرّ بك فى الفصل السادس . فالأسدية هى الآلات الذكريّة والقربلات هى الآلات الأنثيّة .

والخلية التوالدية الذكريّة محتواة فى حبوب اللقاح المتخلق فى الأسدية . أما الخلية التوالدية الأنثيّة فمحتواة فى باطن المبيض كما سيّرتك الشرح .

٢ - بناء حبة اللقاح وإنباتها - تختلف حبوب اللقاح فى صورتها وحجمها ولونها اختلافا كبيرا ، على أنها فى العادة أجسام بيضية أو كروية ضاربة الى الصفرة . ويتكوّن ظاهر الحبة عادة من غطاء خلوى مكوّن (Cutinized) سميك يسمى "الأكسين" (Exine) أى الظرف الخارج ، ممّق فى العادة بعلامات سمكة شوكة الشكل أو ثؤلولية أو شبكية وترى عليه هنا وهناك سطوح رقيقة مرتبة ترتيبا منتظما قليلا أو كثيرا . ويبطن هذا الغطاء الخارجى الواقى غشاء خلوى غرض شفاف يسمى "الانتين" (Intine) أى الطرف الداخلى (شكل ٨٧) .

وجوف الحبة مملوء من السيتوبلازم وهذا توجد فيه نواتان تمثّلان خليتين ليس بينهما جدار . أحدهما (س) هى الخلية التناسلية أو الخلية التوالدية الذكريّة . أما الأخرى (ب) فتسمى "الخلية الخضرية لحبة اللقاح" .

ويغلب أن يوجد النشا والسكر والزيت وغيرها من المواد الزائدة فى السيتوبلازم وإذا وضعت حبة اللقاح فى محلول مخفف من السكر وحفظت على درجة حرارة مناسبة امتصت من مائه وأخرجت جسما على شكل أنبوبة نحيلة مسدودة تسمى "أنبوبة اللقاح" (بل) وهى تنمو من الخلية الخضرية للحبة وقد يبلغ طولها فى بعض الظروف بضع ملايين مليمترات . وأنبوبة اللقاح



(شكل ١٧)

- (٢٠١) حبوب لقاح نوع من الزئبق بها أكسين مشبك ترى عليه قط صغيرة من الزيت .
- (٣) قطاع من حبة لقاح : أ = أكسين ؛ ب = انتين ؛ د = نواة الخلية الخضرية ؛ س = نواة الخلية التناسلية .
- (٤) حبة لقاح نابذة . بل = أنبوبة لقاحية ؛ د = نواة الخلية الخضرية ؛ س . س = نواتان متكونتان بانقسام نواة الخلية التناسلية .

نتوء من الطرف الداخلى ويخرج من خلال الأمكنة الرقيقة أو المنوعة فى الطرف الخارجى من الحبة .

وتسير النواتان الموجودتان فى حبة اللقاح أثناء إنباتها فى أنبوبة اللقاح وينتهى الأمر بنواة الخلية الخضرية الى التحلل والاختفاء . أما نواة الخلية الذكرية أى الخلية التناسلية فتتقسم الى قسمين (س س رقم ٤ ، شكل ٨٧) يدخلان فى عملية الأخصاب التى سيمتربك شرحها فيما بعد .

تج ١٥٦ : هن حبوب اللقاح من متوك أزهار الخيار والكبسلا والجعضيض والتفاح رأى زهرة أخرى تصل اليها يدك . ثم انقل اللقاح على لوحة زجاجية .

(١) الفحص اللقاح بالشئبة الضعيفة من المكروكوب بحيث يقع النور عليه من أعلى .

وتبين لونه واعمل رسوما عن شكل نظام العلامات الموجودة على الجدار الخارجى .

(٢) هيء قليلا من كل نوع من أنواع اللقاح الذى عندك فى الماء أو فى الكؤل وافحصه بالشئبة الضعيفة ثم القوية .

تج ١٥٧ : اعمل محاليل من سكر القصب قوتها ٣ و ٥ و ١٠ فى المائة ، وضع بعضا من كل منها فى زجاجة ساعة على حدة . وضع عليها قليلا من حبوب اللقاح وغط كل زجاجة منها بملها وابق جميع ذلك فى ظلام غرفة دافئة . ثم الفحص بعضا من حبوب كل زجاجة بالشئبة القوية بعد اثنتى عشرة ساعة أو ثمانى عشرة ساعة ولاحظ خروج الانابيب اللقاحية من كثير منها .

٣ — البيضة وبنائها .

البيضات كما مرّ بك فى الفصل السادس هى أجسام دقيقة مستديرة أو بيضية توجد فى قربلات الزهرة . والغالب فيها أن تكون كل بيضة مربوطة بمشيمة القربلة بواسطة عود قصير هى السّر .

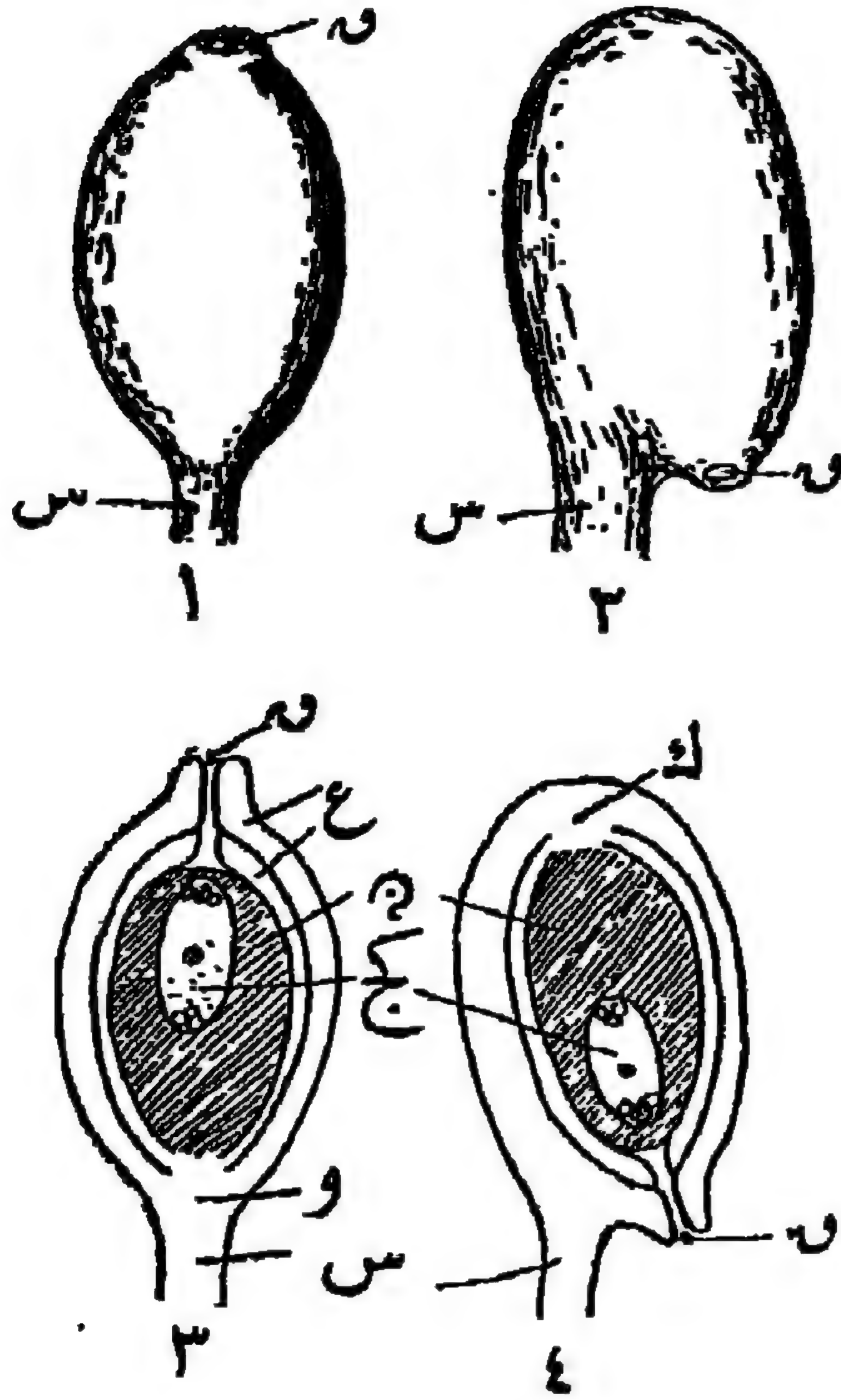
ويشتمل الجزء المهم من البيضة على نسيج برنشيمى رقيق الجدر فى وسطها يسمى "النوسيلة" (Nucellus) (ن . شكل ٨٨) حولها غطاء أو اثنان

نما من قاعدة النوسيلة ليغطيها جميعها إلا عند قمته حيث توجد قناة ضيقة جدًا هي النقيير .

وبيضات النباتات الخيمية وكذا غالب ذوات الفلقتين ذات الأزهار المتحدة البتلات ليس لها غطاء واحد ، فأما بيضات ذوات الفلقة المفردة وغالب ذوات الفلقتين عديدة البتلات وكذا عديدة البتلات فلها غطاءان .

وتسمى نقطة (ك) حيث تتحد الأغشية ونسيج النوسيلة "كلازه" (Chalaza) البيضة .

وتختلف أشكال البيضات باختلاف أكثر النباتات . أما السر والكلازة والنقيير في نبات الرومكس والسيوليجونوم فهى كلها على خط مستقيم (كما في ١ . شكل ٨٨) . وتسمى مثل هذه البيضات "معتدلة" (Orthotropous) . وإذا انقلبت البيضة أثناء نموها (كما في ٢ . شكل ٨٨) ، وقع النقيير ملاصقا للسر ويرى هذا في غالب النباتات الزهرية العادية وتسمى مثل هذه البيضة "منعكسة" (Anatropous) . والبيضات في نباتات الفصيلة الصليبية وكذا في الفصيلتين البنجرية (Chenopodiaceae) والـ (Caryophyllaceae) كلوية الشكل قليلا أو كثيرا وتكون النوسيلة والأغشية فيها منحنية أو مثنية وتسمى البيضات إذ ذاك "منحنية" (Compylotropous) . وفى أوائل نمو البيضة تظهر خلية كبيرة خاصة فى نسيج النوسيلة عند نقطة قريبة من نقيير البيضة تسمى "بالكيس الجنينى" وينشأ فى هذا الكيس متسق من خلايا سبع وذلك أن نواة كيس الجنين الأولية تنقسم أولا ثم يسير النصفان الى طرفين تقيضين فى الخلية . ثم ينقسم كل نصف فى مكانة أربعة أقسام فتتجمع فى الخلية ثمان نوى لكل منها جزء من السيتوبلازم المصاحب لها . وبعد ذلك تجرى واحدة من النوى من الطرف الكلازى وواحدة من الطرف النقيرى راجعتين



(شكل ٨٨)

- (١) منظر خارجي لبيضة أورثوتروبية أى معتدلة .
- (٢) منظر خارجي لبيضة أناتروبية أى منعكسة .
- (٣) قطاع طولى من ١ .
- (٤) قطاع طولى من ٢ . س = سر ؛ و = قهير ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغطية البيضة ؛ د = نواة ؛ كج = كيس جنينى .

الى المركز تتركبان بعضهما مع بعض فتكونان ما يسمى "نواة الكيس الجنيني الثانوية أو النهائية" (Definitive) (و . شكل ٨٩) .

أما النوى الثلاث الموجودة عند طرف الكيس الجنيني على أبعد ما تكون من النقيير فتصبح محوطة بمقدار ما من السيتوبلازم ثم تنشئ لنفسها جدرا خلوية ، وتسمى الخلايا المتكونة إذ ذاك "ممتية" (Antipodal) .

(٢) أما الخلايا الموجودة عند الطرف القريب من النقيير فان النوى والسيتوبلازم المصاحب لها يبقى بلا جدر خلوية وتكون ما يسمى "جهاز البيض" (Egg-apparatus) . من هذه الثلاثة اثنتان تسمى كل منهما "مساعدة" (Synergidae) فاما الثالثة فتسمى "البويضة" (Ovum) أو "الخلية البويضة" أو "الكرة البيض" (Oosphere) (كج) والبويضة هي الخلية الأنثوية التوالدية الأنثوية الخاصة في النبات التي بعد امتراجها مع الخلية الذكورية التوالدية من الحبة اللقاحية تدخل في حياة جديدة وتتمو حتى تتكشف عن نبات جديد .

تج ١٥٨ : استخرج بيضات من مبايض أزهارها حديثة الفتح من نباتات البازلاء والفول وغيرها مما يعادلها في الحجم ، وذلك بواسطة استعمال الأبر . ثم ثبت ذلك في نقطة من الماء والفحصا بالثنية الضعيفة وتبين السرو وكذا موقع النقيير .

تج ١٥٩ : اقطع قطاعات عرضية من هذه المبايض و ثبت هذه القطاعات في محلول من الصودا الكاوية قوته واحد في المائة وتبين صورة البيضات وبناءها واتصالها بالقربلات واعمل عن ذلك رسوما .

تج ١٦٠ : ضع بعض أزهار من أزهار القطن أو الكتان تكون قد تفتحت توا في كؤول مثل (Mythylated Alcohol) وبعد تجيدها بضعه أيام اقطع البتلات والأسدية واقطع بعض قطاعات عرضية في القربلات بواسطة مومي مبللة بالكؤول . هنا تمر بعض القطاعات خلال البيضات الموجودة في باطن القربلات . اقل القطاعات الى زجاجة ساعة تشتمل على مخلول متساوى الأجزاء من الكؤول المثل والجليسرين : ثم انتخب قطاعا أو اثنين يكونان قد مررا بالبيضات و ثبتهما في نقطة من الجليسرين النقي .

(١) الفحص بالشبيثة الضعيفة وارسم :

(١) قطاع جدار القربلة .

(٢) البويضة الأنثوية وسرها .

(٣) كيس الحبتين .

(٢) الفحص كيس الحبتين بالشبيثة القوية وارسمه وانظر فى باطنه الى :

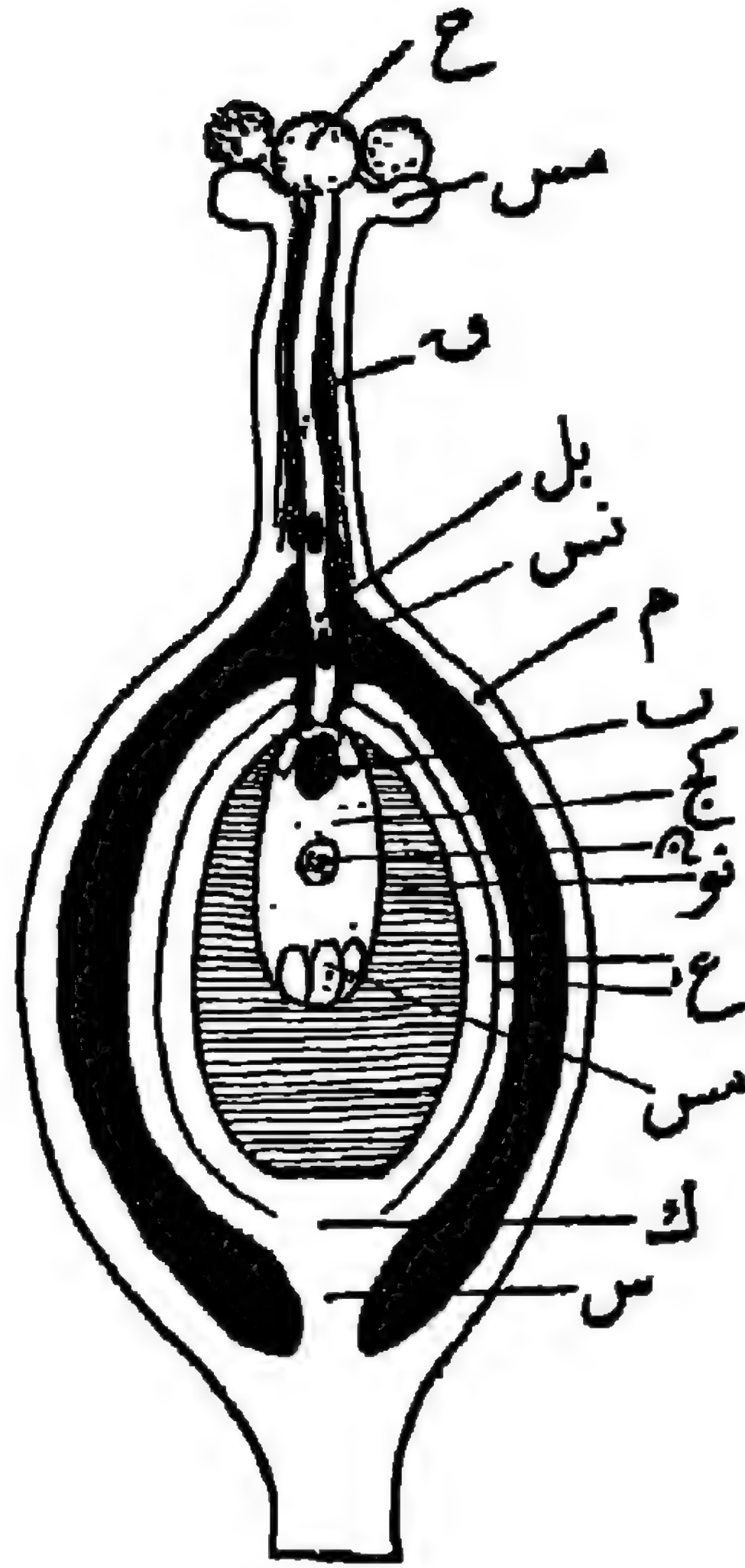
(١) النواة النهائية المركزية (الثانوية) .

(٢) النوى السمتية فى طرف من الكيس .

(٣) البويضة والمساعدتين فى الطرف الآخر .

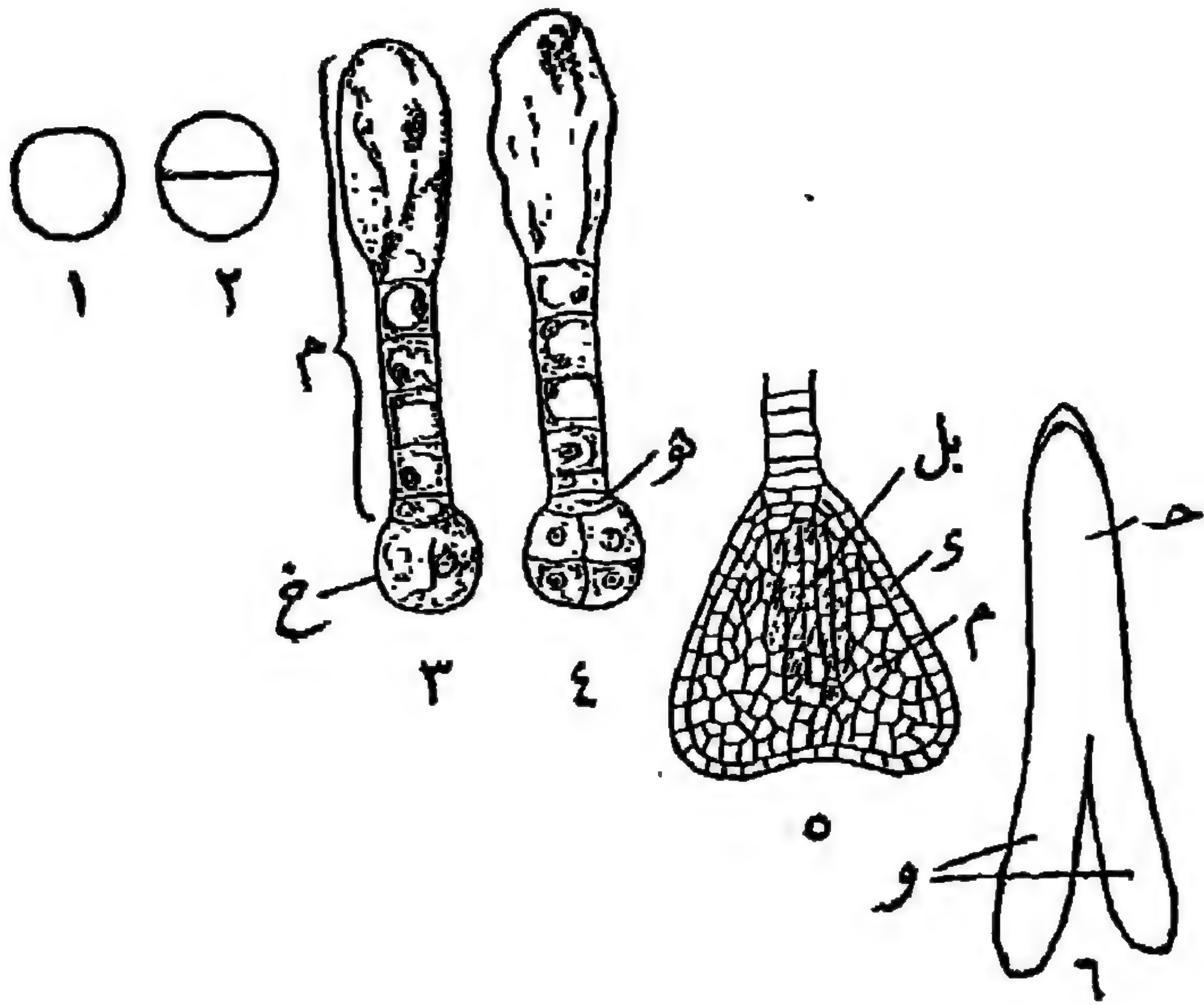
٤ - الأخصاب وتأثيراته - اذا وضعت حبة اللقاح على ميسم قربلة زهرة ملائمة أنبتت وأنشأت أنبوبة لقاحية تخترق أنسجة الميسم وتتمو نازلة فى القلم حتى تنتهى الى جوف المبيض . ويختلف الوقت الذى يستغرقه هذا الأمر بين بضع ساعات وأسابيع تبعا لنوع النبات .

وتنتهى الأنبوبة اللقاحية فى سيرها ، بطريقة لم تدرك تمام الإدراك ، الى تقير البويضة ثم نتصل فى النهاية بقمة الكيس الحينى ملاصقة للجهاز البيسى (شكل ٨٩) وعند وصولها الى هذه النقطة يتحلل طرفها وتسير احدى الخلايا اللقاحية الموجودة فى حبة اللقاح من طرف الأنبوبة المفتوح حتى تلتقى بالبويضة . عندئذ تندمج الخلية التناسلية والبويضة بعضهما فى بعض وتكونان خلية واحدة ، بامتزاج أجزائهما واشتباكها . هذا الاندماج ، اندماج (Fusion) خلية تناسلية بالبويضة ، هو الصورة الجوهرية من الفعل التراجى ويعبر عنه "بالأخصاب" .



(شكل ١٩)

رسم بياني لقطاع طولى من قربة تشتمل على بيضة معتدلة : يرى نظام مختلف الأجزاء وقت
 الاخصاب ؛ م = مبيض ؛ ق = قلم ؛ مس = ميسم القربة ؛ ح = حبة لقاح ثابتة على
 الميسم ؛ بل = أنبوبة اللقاح ؛ نس = نواة تناسلية ؛ س = سر ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغطية
 البيضة ؛ نو = نوسيلة ؛ كج = كيس جنينى ؛ ب = خلية بيضية ؛ د = النواة النهائية ؛
 مس (بعدع) = خلايا سمنية .



(شكل - ٩)

(١) رسم بياني عن انخلة البيض . (٢) انخلة بعد الانقسام الأول . (٣ ، ٤) المعلق (م)
 وانخلة الجنينة (خ) في الكبسلا . في ٤ تلوح انخلة الجنينة بعد حصول الانقسام فيها . هـ =
 هيوفيس (٥) طور متأخر من تكشف الجنين مبين فيه جزء من المعلق لا يزال موصولا به ؛ و
 = درماتوجين ؛ م (في ٥) = بريلم ؛ بل = بليروم الجنين . (٦) جنين مستكمل النمو .
 (ح) جذيرة ؛ و = فلتتان .

وقد وجد حديثاً أن النواة التناسلية الثانية الموجودة في الحبة اللقاحية تندمج في بعض الأحوال مع النواة النهائية (الثانوية) في باطن الكيس الجنيني ولعل هذه العملية الإخصابية المزدوجة عامة في كل النباتات الزهرية وإذا لم تخصب البويضة ذبلت هي والبويضة جميعها ومائتا ولكنه بمجرد حدوث الإخصاب تشرع البويضة في الانقسام والنمو والتكشف عن نبات جنيني فتصبح البويضة جميعها في النهاية بذرة .

أما نمو الجنين في نبات ذى فلقين من بويضة مخصبة فيمكن دراسته بسهولة في الحشيش المعروف "بالكبسلا" . وذلك أن الخلية البويضية تحيط نفسها أولاً بجدار خلوى ثم تنقسم إلى خليتين : فالعليا منهما وهي التي تكون أقرب إلى التقير تنشئ ، بواسطة انقسامات عرضية أخرى ، صفاً واحداً من الخلايا يسمى "المعلق" (Suspensor) (م . شكل ٩٠) وأما الثانية وهي الخلية السفلى الكرية (خ) فتحمل عند طرف الصف المعلق إلى مسافة ما حتى تنزل في جوف الكيس الجنيني ، وتسمى "خلية الجنين" إذ أن منها يتكون الجنين كله إلا طرف الجذر ورأسه .

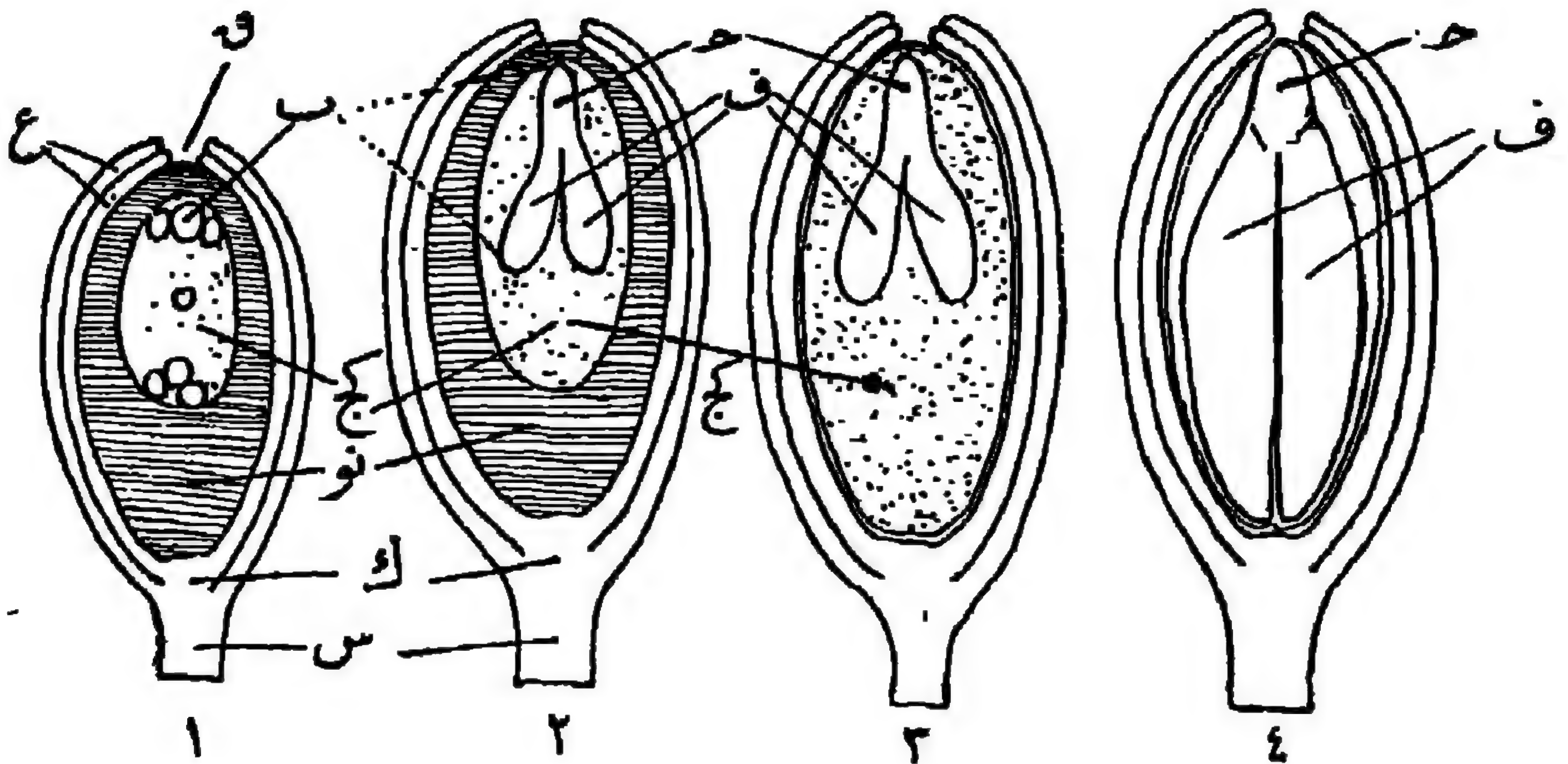
وتنقسم الخلية الجنينية المفردة في ثلاث جهات بحيث تتكون ثمانى خلايا : أربعة منها ، وهي أقربها إلى المعلق ، تحدث بواسطة استمرار الانقسام ما يسمى "بالسويق الجنينية السفلى والجذير" أما الأربعة الباقية فتنشئ فلق الجنين وريشته . أما طرف الجذير وقلنسوة الجذر فينشآن من انقسام الهيبتوفيسس (Hypophysis) أو الخلية الطرفية (هـ) من المعلق .

تج ١٦١ : اقتطف من نبات كبسلا مبيض زهرة سقطت عنها بتلاتها توا افتحه وأزل منه بيرة بعض بيضائه ، وضع واحدة منها أرائتين في نقطة من الماء على لوحة زجاجية وغطها بزجاجة شبيئة .

- (١) الفحص بالشيئية الضعيفة وارسم أجزاء بيضة واحدة وسمها .
- (٢) اضغط بلطف على الزجاج الشئية بطرف قلم رصاص لكي تفقأ البيضة وحاول بالشيئية الضعيفة أن تجد الجنين والمعلق (كما فى ٣ و ٤ من شكل ٩٠) بين المشتلات التى فقئت . فاذا وجدتهما فافحصهما بالشيئية وارسمهما .
- (٣) أعد مافات على بيضات مأخوذة من مبايض أكبر منها سنا على التدرج وتأثر خطى نمو الجنين الى الوقت الذى ترى فيه الفلقتين والجذير رؤية واضحة تحت الشيئية الضعيفة .
- فى الوقت الذى يكون فيه نمو الجنين سائرا تحدث فى الكيس الجنينى وفى نواة البيضة تغيرات كثيرة فتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السمتية عادة وتختفى . أما نواة الكيس الجنينى الثانوية فتندمج مع احدى الخلايا التناسلية من الحبة اللقاحية وتنقسم النواة المركبة الناشئة من هذا الاتحاد انقسامات متوالية حتى يتكون عديد من الخلايا العادية ، تنشأ بينها فى النهاية جدر خلوية ويكون الجميع عندئذ نسيجاً برنشيميا داخل الكيس الجنينى يعرف "بالاندوسبرم" (كج . شكل ٩١) وهذا يخزن مع المواد الغذائية التى يعيش عليها الجنين أثناء تكشفه .

فى القمح والشعير والبصل وغيرها من أنواع النباتات لا يحلل الجنين ويستنفد كل الاندوسبرم قبل نضج البزرة وعلى ذلك يوجد فى البزرة البالغة مقدار ما من الأندوسبرم (٣ . شكل ٩) أما فى غيرها من النباتات كالقول والبالزاء واللفت فان الجنين وهو ينمو يمتص كل الأندوسبرم والنوسيلة تقريبا ويستعملها قبل نضج البزرة لذلك لا تحتوى بزور هذه النباتات إلا قليلا من النسيج الأندوسبرى وقد لا تحتوى شيئا بته ومن هنا سميت "الأندوسبرمية" (٤ . شكل ٩١) .

والغالب فى نسيج النوسيلة أن يتحلل ويمتص أثناء نمو الجنين ولكنه يمتلى فى بعض النباتات بالزاد ويوجد فى البزرة الناضجة : ويسمى هذا النسيج النوسيلي المملوء "پيريسپيرم" (Perisperm) (نو ٦ . شكل ٩١) .



(شكل ٩١)

قطاع طولى بياني من بيضة (١) والبزور (٢ ، ٣ ، ٤) التي يمكن اشتقاقها منها . ب =
 الخلية البيضية التي تصبح بعد الاخصاب جنين البزرة ؛ د = نقيير ؛ ك = كلاًزة ؛ س = مر؛
 غ = أغشية البيضة ؛ كج = كيس جنيني ؛ نو = نوسيلة ؛ ح = جذير الجنين ؛ ف
 = فلقنا الجنين .

(٢ ، ٣) بزور اندوسبرمية موجود فيها أنسجة مشتقة من النوسيلة ، والكيس الجنيني
 موجود فيها . في ٢ يسمى النسيج نو = برسيرم . وهو مفقود من ٣ . في ٣ يوجد النسيج
 الاندوسبرمي كج الناتج داخل الكيس الجنيني وحده مع الجنين .
 (٤) بذرة غير اندوسبرمية . وليس بها برسيرم ولا اندوسبرم .

ويترب على الأخصاب تولد الجنين ، وهو ينه النمو في الأجزاء الأخرى من البيضة بحيث انها تتحول في النهاية الى برة واليك بيان الأجزاء المتقابلة في الجنين والبررة :

البيرة	البيضة
تصبح جنينا	الخلية البيضية أى البويضة...
» أغطية البيرة أى القصرة	الأغطية
» النقيير	النقيير
» السر	السر

أما البزور الأندوسبرمية فقد يكون الأندوسبرم فيها عبارة عن نسيج اخترانى تكوّن فى الكيس الجنينى وربما كان النسيج الاخترانى ناشئا عن الوسيلة وفى هذه الحالة يكون هو "البريسبرم" .

وبعض الحبوب يكون فيها الاندوسبرم والبريسبرم معا . وبعد حصول الأخصاب يذبل قلم القربلات وميسمها وتسقط وكذا تويج أكثر الأزهار الظاهرة ؛ والمنبه الذى يحدثه الفعل التراجى يدفع البيضة الى النمو وينتقل مثل هذا التأثير الى أنسجة جدر المبيض فتتولد هذه وتمتد وتسمح للبزور التى فى جوفها بالنمو . أما خدر الزهرة فينقلب ثمرة .

وفضلا عن ذلك فان فعل الأخصاب كثيرا ما يسبب النمو والتغير فى التخت وعود الزهرة كما فى التفاح والكثير والشليك . ومن النباتات المزروعة كأصناف الخيار والعنب والأناناس والبرتقان والموز ما ينتج "ثمرا لا بزية" إذ تنمو جدر المبايض نموا كبيرا دون أن تتولد معها بزور . أما الثمار فى الطماطم

والبطيخ والبرقوق وغالب النباتات فاما أن لا تتولد مطلقا وإما أن تسقط قبل أن تبلغ حجمها الطبيعى بزمن طويل وذلك اذا لم يحدث الأخصاب .

كون نمو البزور يؤثر فى نمو الثمرة أمر يرى اذا راقبت نمو زهرة تفاح يكون قد لقح فيها خمس من أسديتها وبقي الباقي غير ملقح . فان "الثمرة" التى تنشأ من مثل هذه الزهرة (التي لم يكمل تلقيحها) تجيء مشوهة إذ تكون ذات جانب واحد أى غير ذات تناظر فى شكلها إذ لا تنتج البزور من قربلاتها إلا ما لقحت مياسمه ، ويلاحظ أن جزء "الثمرة" الذى فيه البزور هو الذى ينمو أسرع من الجزء اللابزورى بكثير .

وكذلك الأمر فى الطماطم والشليك فانهما اذا لم يكمل تلقيحهما كانت ثمارهما غير منتظمة الشكل ذات جانب واحد .

ويحتاج لأخصاب البيضة الواحدة الى حبة لقاح واحدة ولكن الأزهار تنتج من حبوب اللقاح أكثر مما تقتضيه الضرورة لتلقيح البيضات الكائنة فى جوف قربلاتها . على أن هناك بينات تثبت أنه اذا كانت هناك وفرة فى اللقاح المرسل على مياسم الأزهار تنبهت أنسجة البريكارب (الغلاف الثمرى الكلى) ونمت نموا كبيرا وأصبحت الثمرة تبعا لذلك أكبر منها اذا أرسل على المياسم مقدار من اللقاح أقل .

٥ - التلقيح (Pollination) والأخصاب الذاتى (Self-fertilisation) والأخصاب الخلط (Cross-fertilisation) - يفهم مما سبق أن عمالية الأخصاب فى النباتات ذات القربلات المقفلة تمام الاقفال تتوقف على ما يسبقها من سقوط حب اللقاح على ميسم قربة الزهرة . والحبوب اللقاحية وان أمكن دفعها الى الانبات على غير المياسم من أجزاء القربة فان الأنايب اللقاحية ليس لها القدرة على اختراق أنسجة القربة إلا

إذا وضعت على ذلك الجزء المخصص لقبولها وهو الميسم . هذا الانتقال
اللازم ، انتقال الحبوب اللقاحية من متوك الأسدية الى مياسم القربلات ،
يسمى "التلقيح" .

وإذا كان الميسم يتلقى اللقاح من متوك نفس الزهرة قيل للزهرة "ذاتية
التلقيح" (Self-pollinated) على أنه يغلب أن الميسم في زهرة يصيب
لقاحا من زهرة نبات آخر ففي هذه الحالة يقال للزهرة التي تتلقى هذه اللقاح
"ملقحة تلقيحا خطأ" (Cross-pollinated) .

على أن الأمر يحتاج الى لفظ بسيط للتعبير عن الحالة الوسطى حيث
ينتقل لقاح زهرة الى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات .

إذا عقب التلقيح الذاتي أخصاب قيل للنباتات "ذاتية الأخصاب"
(Self-fertilised) أو "جوارية الأخصاب" (Crose-fertilised) ،
أما قولهم "الأخصاب الخلط" (Closs-fertilition) فيطلق على الأحوال
التي يكون فيها اللقاح المخصب واردا من زهرة أخرى على نبات آخر من
نفس نوع نبات الزهرة الأولى .

وبما أن أعضاء التناسل في أكثر النباتات متجاورة في نفس الزهرة فقد
يظن أن الاخصاب الذاتي هو مايجرى عادة بين النباتات الزهرية . نعم ان
عددا من النباتات ذات الأزهار المتفتحة تخصب اخصابا ذاتيا ومنها
ملا تفتح أزهاره مطلقا كالبنفسج والشعير والأوكساليس فهي لذلك مؤكدة
الاخصاب الذاتي ولكن دلت الملاحظات الدقيقة على أن عددا كثيرا من
النباتات الزهرية انما تخصب اخصابا خطأ وقد دلت التجارب على أن
النباتات التي تخرج من بزور لقحت أمهاتها من الأزهار تلقيحا خطأ تكون

فى كثير من الأحوال أطول وأجسم وأقوى وأسرع الى انخراج الأزهار وأكثر بزورا من تلك التى تنتج من الاخصاب الذاتى .

ويرى فى النباتات الزهرية كثير من المسائل الطبيعية يقصد منها ترجيح الاخصاب الخلط على الذاتى أهمها ما يأتى :

(١) كون الأزهار منفردة الجنس (Diclinous) غالبا (صفحة ٧٥) أى أن آلاتها التزاوجية تكون فى أزهار منفصلة سواء كانت هذه الأزهار على نفس النبات كما فى الجزوع والصنوبر والذرة أو على أفراد نباتات مختلفة بعضها عن بعض كما فى النخل والصفصاف .

(٢) ان كانت الآلات التزاوجية الذكورية والأنثوية فى الأزهار المتحدة الجنس (Monoclinous) متجاورة بعضها من بعض فالغالب أنها لا تبلغ فى وقت واحد، وتسمى النباتات التى تحمل أزهارا من هذا القبيل "ديكوجامية" (Dichogamous) .

وهناك صنفان من الأزهار يوجدان على النباتات الديكوجامية أحدهما (١) الأزهار البروتاندرية (Protandrous) أى تلك التى تبلغ متوكها وتنثر لقاحها قبل أن يكون الميسم فى حالة يصلح معها لاستقباله . وثانيهما (٢) الأزهار البروتوجينية (Protogynous) وهى التى يكون ميسمها صالحا لاستقبال اللقاح قبل أن تنفتح المتوك وتنثر لقاحها .

والأزهار البروتاندرية كثيرة جدا منها عباد الشمس والفول والجزر والبقدونس وغالب أفراد الفصيلة الخيمية (Ambelliferae) والبقلية والمركبة والشفوية (Labiatae) . ففى هذه يأتى اللقاح اللازم لاخصاب الزهرة من زهرة أخرى أصغر منها عمرا وذلك نظرا لأن لقاحها يكون قد أطلق قبل أن يتها الميسم لقبوله .

أما نوع الأزهار البروتوجينية فأقل شيوعاً من الأولى ومن أمثله أزهار التفاح والكثيرى ولسان الحمل وبعض النجيليات والحلفاء . فى هذه الأزهار نلتقح المياسم من متوك أزهار تكون قد تفتحت من قبل وتكون متوكها دون البلوغ ومياسمها تامة بالغة .

(٣) فى النباتات المتحدة الجنس الهوموجانية أى التى تنمو وتضج آلاتها فى وقت واحد تكون المسافة بين المتوك والميسم . أو موضعها بعضهما من بعض بحيث يكون انتقال اللقاح من المتوك الى الميسم غير محقق .

(٤) من النباتات ما لا يكون للقاحه أثر مخصب فى البويضات التى تنتج فى نفس الزهرة التى هو منها .

نقل اللقاح — بما أن حبوب اللقاح ليس لها قوة التحرك الذاتية فلا بد من نقلها من زهرة الى زهرة بعامل خارجى .

ففى بعض الأحوال يسبب حيوان القوقع والطيور وكذا تيارات المياه نقل اللقاح من مكان الى مكان ولكن أهم العوامل التى تحمل حبوب اللقاح من زهرة الى زهرة هى :

(١) الريح .

(٢) الحشرات .

وتسمى الأزهار التى تلقح تلقيحاً خلطاً بواسطة الريح تسمى "ريحية التلقيح" (Anemophilous) أو (Wind-pollinated) فأما الأزهار التى يحدث التلقيح فيها بواسطة الحشرات فتسمى "حشرية التلقيح" (Entomophilous) أو (Insect-pollinated) وقد يتجاوزون فتوصف ريحية التلقيح من الأزهار بريحية الإخصاب وحشرية التلقيح حشرية الإخصاب ولكن يجب

أن يفهم أن وظيفة الريح والحشرات ليست إلا مجرد نقل حبوب اللقاح من متوك زهرة الى ميسم أخرى وأن هذين العاملين ليس لهما دخل مباشر فى عمل الاخصاب الذى يحدث فى البيضة بعد التلقيح .

ومن النباتات التى تتلقح أزهارها بواسطة الريح حشيشة الدينار والعرق المسهل (Dock) وكل النجيليات تقريبا والحلفاء (Sedges) وكثير من الأشجار والشجيرات .

وأزهار هذه النباتات صغيرة فى العادة غير ظاهرة ولا رائحة لها ، ثم لا يوجد لها "عسل" (Nectar) أما حبوب لقاحها فوافرة جدا وسطحها ناعم جاف والمتوك فى كثير من الأحوال خيوط نجيطة طويلة يسهل على النسيم العليل تحريكها . أما مياسمها فبالغالب أن تكون كبيرة جدا ريشية الشكل مهيأة لاقتناص حبوب اللقاح الطائرة . ومن النباتات ذات الأزهار الحشرية التلقيح الورود والبرسيم وهذه فى العادة بتلات أو سبلات زاهية اللون ، فاغمة العطر توجد غددها التى تفرز الرحيق وهو سائل حلو المذاق يسمى فى العرف "عسلا" على أجزاء شتى من الزهرة . أما حبوبها اللقاحية فأقل وفرة من رحيمة اللقاح ، سطحها فى العادة منمق لزج يساعد على التعلق بعضها ببعض وبأجسام الحشرات . ومياسم هذه الأزهار صغيرة بالنسبة لغيرها وإذا كانت متهيئة بها للتلقح تخرج أحيانا سائلا لزجا تلتصق به الحبوب اللقاحية مباشرة وفيه يسهل انباتها .

وأهم الحشرات التى تغشى الأزهار هى الخنافس والذباب والفراش وأبو دقيق والنحل ، يدعوها إليها مافى الأزهار من لون بهيج ورائحة عطرة ورحيق شهى انه ليساعد هذه الحشرات على تمييز النوع الذى تريد غشيانه .

أمام صفحة ٢٧١

(شكل ٩٢)

ونتغذى الحشرات بالرحيق والى حد ما بحبوب اللقاح الذى تأخذ بعضه من الأزهار الريحية التلقح التى لا تشتمل على شئ من الرحيق . والنحل وغيره من الحشرات تؤدي أثناء سعيها الى معاشها خدمة غير مقصودة للنباتات التى تزورها وذلك باحداث التلقيح الخلط واذا كان الرحيق مكشوفاً أو سهل الوصول اليه كما فى أفراد الفصيلة الخيمية اجتذب اليه كثيرا من أصناف الحشرات التابعة لعشائر مختلفة . ويزحف كثير منها هنا وهناك فيلقح الأزهار ذاتيا على أن الرحيق فى كثير من الأحوال يفرز ويختزن عند قاعدة التويجات الأنبوبية والكؤوس الطويلة أو فى أمكنة يصعب الوصول اليها إلا على الحشرات كالفراش وأبى دقيق والنحل وهى التى لها خراطيم وألسنة طويلة ، أو تكون ذات شكل أو وزن خاص من الجسم . فالحشرات تمس المتوك فى مثل هذه الأزهار أثناء سعيها وبحثها عن الرحيق فيعلق اللقاح بأجسامها . والغالب أن يكون هذا العلوق بنقطة خاصة من جسمها فاذا انتقلت الحشرة بعد ذلك الى زهرة أخرى مست هذه النقطة ميسمها فحدث التلقيح الخلط .

ومن أمثلة تهيؤ الزهرة لزيارة الحشرات الكبيرة الجسم ما يرى فى اللاركسبير (Larkspur) أو الدلفينيوم (Delphinium) الذى هو نبات شائع فى البساتين (أنظر الشكل ٩٢) .

ونبات اللاركسبير هو من الفصيلة الرانكولاسية (Ranunculaceae) زهرته غير منتظمة الشكل وبنائها مهيا لزيارة الحشرات . وفضلا عن ذلك فانه لا يزور هذه الزهرة إلا الحشرات التى لها خراطيم طويلة ويستحيل أن يحدث التلقيح الذاتى فى هذه الزهرة إذ أن الأسدية تنضج قبل القربلات .

وكأس هذه الزهرة ظاهرة بيّنة وتشتمل على خمس سبلات زرقاء ، منها واحدة هي "الظهرية" ممتدة على شكل مهماز طويل يقع فيه مهمازا البتلتين الظهريتين بحيث يحميها الأول من الأذى . وهما مكان الرحيق ويفرز العسل في جوفهما .

والتوزيع في نبات اللاركسبير مختل جدًا فالبتلان الأماميتان صغيرتان وفي كل منهما حزمة من الشعيرات المستقيمة وتكونان بمثابة أدلة للحشرات في سيرها . فإذا نزلت الحشرة على الزهرة وضعت خرطومها في المسافة الكائنة بين البتلة الأمامية والبتلة الظهرية وتدفع خرطومها الى أدنى "المهماز" للحصول على العسل الذى تطلبه .

وفي الأزهار الصغيرة السن تغطى البتلان الأمامية الأسدية والقربلات فلا تأخذ الحشرة لقاحا ولا تعطى . وإذا نضجت الأسدية اندفعت إلى أعلى حتى تقع متوكها في سبيل خراطيم الحشرات فتتغطى هذه الخراطيم بحبوب اللقاح عند نزولها وخروجها من مكان الرحيق . وبعد أن تنثر الأسدية لقاحها تذبل وترقد وعند ذلك تندفع القربلات الى أعلى وإذا نضجت أخذت المكان الذى كانت فيه الأسدية فإذا نزلت حشرة بالزهرة وهى على هذه الحالة وكانت تحمل لقاحا على خراطيمها من زهرة أخرى مسح هذا اللقاح عن الخرطوم فترل على المياسم أثناء نزول الخرطوم الى مكان الرحيق . وبهذه الطريقة يحدث اللقاح الخلط وغالب الأزهار الوحيدة التناظر (Zygomorphic) كالقول والبرسيم والنعنec وغيرها مهياة تهيؤا غريبا مقصودا منه حدوث التلقيح الخلط بواسطة الحشرات . وكثير من هذه الأزهار اذا منعت عنها الحشرات يحدث فيها أخصاب خلط وعلى ذلك فهى لا تنتج إلا بزورا قليلة في مثل هذه الظروف وقد لا تنتج شيئا مطلقا .

على أنه لا بد من ذكر أنه وإن كان كثير من الأزهار كأزهار الفول الرومي إما أن تكون غير قادرة على إنتاج بزور أو تنتج قليلا ، عند تجنب الحشرات ، فإن غيرها مما هو مهيا تهيؤا خاصا للتلقيح الخلط بواسطة الحشرات ، والتي تتلقح بهذه العوامل تلقحا نافعا لها ، القدرة أيضا على الأخصاب لذاتي ، وتلجأ إليه عادة إذا اعمت الطقس أو في الأحوال التي يندر فيها وجود الحشرات . مثال ذلك : أزهار البازلاء والفول القصير (الفازيولاس فالجاري) (Phaseolus Vulgaris) والدخان فانها تنتج بزورا إذا منعت قصدا عن التلقيح الخلط . وكثير من الأزهار البروتوجينية وهي في حالة الطفولة تكون مهياة للتلقيح الخلط ولكن إذا لم يحدث هذا التلقيح فإن مياسمها تستقبل اللقاح في العادة من المتوك المجاورة لها في الزهرة في عهد آخر متأخر من عهود نمو الزهرة .

تج ١٦٢ : افحص هذه الأزهار الريحية التلقيح — النجيليات والحلفاء والبلانتين والعرق لمسهل .

(١) لاحظ فقدان الكأس الظاهرة أو التويج .

(٢) جفاف اللقاح ورقة جزئياته .

(٣) اتساع سطح استقبال اللقاح من الميسم .

(٤) فقدان الرائحة والعسل .

تج ١٦٣ : افحص الأزهار الآتية التي تلقح بواسطة الحشرات :

الخشخاش والكرب والبنفسج والقرنفل (Carnation) والبطيخ والفول وأنواع البرسيم وغيرها من النباتات البقلية والشليك والتفاح والكثيرى والبرقوق البعضيض وعباد الشمس والجزر الأبيض والجزر العادي وغيرها من النباتات الخيمية واعمل فحصا عن هذه الأزهار في أدوار مختلفة من نموها ولاحظ :

(١) هل هي بروتوجينية أو بروتندرية ؟

(٢) أين يفرز الرحيق ويودع؟ اذا كان هناك رحيق فقد يكون عند قاعدة الأسدية أو على تحت الزهرة أو المبيض أو فى أجزاء من البتلات والسبلات . بنية خصيصة لذلك . وكثيرا ما تكون بالبتلات حواف وخيوط لونية متجهة صوب مستقر العسل فى الزهرة فتلوح كأنما وجدت لتكون دليلا للحشرات الزائرة .

(٣) عتّن ما اذا كان هناك منزل خاص لوقوع الحشرات الزائرة عليه وحاول أن تعرف ما اذا كان الذى يمس أولا من الحشرات عند زيارتها هو الميسم أو المتوك .

(٤) راقب الحشرات وهى مشغلة بامتصاص العسل أو جمع اللقاح كلما سنحت لك الفرصة .

٦ — التزاوة التزاوجية (Sexual affinity) ، التهجين (Hybridisation) والهجن (Hybrids) — لا يحدث اتحاد تزاوجى مخصب عفوا بين الخلية التوالدية الذكرية من حبة اللقاح وبين الخلية البيضية الموجودة داخل البيضة بل لابد من وجود ارتباط أو نزاعة تزاوجية بين الأبوين حتى يمكن اتحاد خائتيهما التوالديتين .

على أنه ان كان الاخصاب الذاتى ممكنا وكان بين بعض النباتات عملية طبيعية فان التجارب تدل على أن لقاح الأزهار فى كثير من الأحوال ليس له أثر مخصب فى الخلايا البيضية من البيض الموجود فى نفس الزهرة التى منها اللقاح أو فى أزهار على النبات ذاته .

وفضلا عن ذلك فالعادة أن الاخصاب بين الخلايا التوالدية من النباتات المختلفة بعضها عن بعض اختلافا كبيرا كالكرنب والبطاطس ، أو الخوخ واللفت لا يحدث مطلقا .

وقد يكون سبب قصور لنجاح نبات ما عن أخصاب بيضات نبات آخر فى بعض الأحوال ناشئا عن عجز حبة اللقاح عن انماء أنابيب لقاحية من الطول بحيث تستطيع أن تصل من الميسم الى البيضات الكائنة فى جوف المبيض ، أو أن تقوم أنسجة القلم عائقا ميكانيكيا فى سبيل سير الأنابيب

اللقاحية . على أنه يظهر في بعض الأحوال ان هناك سببا آخر غير مدرك يمنع المادة الحية المكونة للخلايا التوالدية من بعض النباتات من أخصاب بعضها بعضا . فاذا كان الارتباط بين الخليتين الذكرية والأنثوية قريبا جدًا أو بعيدا جدًا نقصت الخصوبة . ولا بد لانتاج أقوى ذرية مثمرة من أن تكون هناك درجة ما من التباين بين الخلايا التوالدية التي يندمج بعضها في بعض .

ويحدث أخصب اتحاد تزاوجي كما سبق الذكر بين الخلايا التوالدية التي تنشأ في أفراد نباتات متباينة من نوع واحد .

فالذرية الحادثة من كل أخصاب خلط تنمو وتنتج عديدا من البزور قادرة على انتاج ذرية لا تقل عنها قوة وبدانة وقد وجد أن الأصناف والسلالات التي من نوع واحد ، وان اختلفت اختلافا كبيرا كما بين البرى منها والمزروع ، يحدث أخصابها في العادة أخصابا خلطا بسهولة . وعليه فان الأخصاب الخلط في أصناف مختلفة من القمح والشعير واللفت والتفاح والقرنفل والورد وغيرها من النباتات يؤدى الى انتاج ذرية . والذرية الحادثة من الاخصاب الخلط بين صنفين أو سلالتين من نوع واحد تسمى "سلالات خلط" (Cross breeds) أو "هجنا صنفية" (Variety-hybrids) والعادة أن يكون للهجن الصنفية الصفات الآتية :

- (١) أن تكون أكثر ترعرا وأشد ضلابة من أبويها . وجذرها أكثر امتدادا أو انتشارا في العادة وفراخها وأوراقها كبيرة .
- (٢) أن يكون نموها أسرع من أبيها . وتزهى مبكرة وتنتج أزهارا أكثر من أبيها عدا .

(٣) اذا كانت أزهار الأبوين غير متشابهين فى اللون كانت أزهار الهجين الصنفى الناتج من خلط أخصابها محززا لونهما . وذلك أن تكون فيه بقع متفرقة لا مكسوا بلون خليط من لوني أبويه .

وكثيرا ما تكون الصفات الخاصة الأخرى الأبوية غير مختلطة فى الذرية ويسمى الهجين الذى لا تختلط فيه صفات أبوية " هجينا فسيفسيا " (Mosaic-hybrid) .

(٤) تكون قوة انتاج البرور قوية وبادرة ذريتها فى العادة شديدة النمو وقد وجد فى كثير من الأحوال أن لقاح زهرة بعينها لا يمكنه أن يلقح بيضة زهرة أخرى تخالفها مخالفة كبيرة ولكن ليس لدينا وسيلة نعين بها ما اذا كان من الممكن أن يحدث أخصاب خلط بين نوعين خاصين من النبات بنجاح بل لا بد لنا من معالجة ذلك بالاختبار الفعلى للبت فى الأمر .

وهناك أمثلة كثيرة على حدوث أخصاب خلط بين أنواع مختلفة من النباتات كما يجرى بين الراسبرى (Raspberry) والبلا كبرى (Black Berry) وبين القمح والشوفان وبين أنواع مختلفة من الشليك (فراجارية) وأنواع شتى من البلارجونيوم (Plargonium) والديانثس (Dianthus) والزرعس والفيولا (Viola) والجلادىولاس (Gladiolus) وكثير غيرها من النباتات الزهرية الزينة ويسمى الأخصاب الخلط الموجود بين أنواع متميزة من النباتات "تهجيناً" (Hybridisation) وتسمى ذرية هذا الاخلط "بالهجن" (Hybrids) واذا كانت الأنواع المختلطة تتبع جنسا واحدا سميت الذرية أحيانا "هجنا نوعية" (Species-hybrids) تميزها عن الهجن الجنسية (Genus-hybrids) أو الهجن المزدوجة الجنس (Bigeneric-hybrids)

التي هي ذرية أنواع تابعة لأجناس مختلفة ولا يعرف من الأخصاب الخلط بين النباتات ما هو تابع لعشائر أو لفصائل متباينة إلا قليل وقد لا يوجد بته بل الهجن الجنسية لا توجد إلا نادرا بالقياس الى غيرها والعادة أن الأنواع القريبة بعضها من بعض هي التي يسهل تهجينها .

والظاهر أن هناك أنواعا من بعض الفصائل تميل بطبيعتها الى التهجين وأصدق ما يرى ذلك في الفصيلة المركبة والفصيلة لسوسنية (Iridaceae) والفصيلة (Scrophulariaceae) .

أما في الفصيلة الصليبية والبقليّة والخيمية فالهجين غير شائع .

وتظهر على الهجين الدائج من أنواع متميزة من النباتات الصفات الآتية :

(١) اذا كان الأبوان يختلفان بعضهما عن بعض اختلافا كبيرا كانت ذريتهما في العادة غضة صعبة التربية ولكن اذا كان الأبوان أقرب الى بعضهما نسبة كانت الذرية في الغالب أطول وأقوى وأشد ترعرا في أعضائها الخضرية من أبويها .

(٢) الهجين ، في كل الأحوال تقريبا أقل خصوبة من أبويه : آلاته التزاوجية ضعيفة بل يغلب أن تكون عقيمة عقما يستحيل معه تكوين البذور وقد لا يظهر عليه في بعض الأحوال الميل أو القوة لانتاج أزهار . فاما ما ينتج أزهارا وبزورا فالعادة أن تكون حبوب اللقاح فيه أصغر حجما وأقل عددا منها في أبويه وتكون البيضات غير كاملة التكوين كثيرا أو قليلا . والآلات الذكرية التوالدية أسرع الى التأثر بالضرر من الآلات الأنثوية .

(٣) العادة في البتللات والأجزاء الملونة من الزهرة أن تكون أكبر وأبقى منها في الأبوين . وأن يكون ازدواج الأزهار وغيره من التشوهات الباثولوجية أشيع في الهجين منها في أبويه .

(٤) فى النسيلة الأولى الحادثة من بزور حاصلة من تلقيح أنواع متميزة تلقيحا خاطئا تكون جميع الأفراد النباتية فى أغلب الأحيان مماثلة بعضها لبعض وتشبه الأبوين كليهما . وتكون صفاتها من حيث صورة الجذر والساق والورقة والزهرة وحجمها جميعا حدا وسطا بين الأب والأم .

فأما أفراد الانسال الثانية أو ما بعدها أى الذرية التى تنشأ من التلقيح الذاتى أو التلقيح الخاطئ لأزهار الهجين فإنها تختلف فى صورتها وفى غير ذلك من الأمور اختلافا كبيرا . فهى لا تشبه بعضها بعضها كما تشابه أفراد النسيلة الأولى فقد يشبه بعض هذه الأفراد أمه مشابهة تامة وبعضها أباه وكثير منها تجتمع فيه صفات الأبوين متحدة الى درجات مختلفة . وفضلا عن ذلك فإن كثيرا ما ترى فى الانسال الهجينية التى تأتى بعدها ، صفات جديدة لا توجد فى أى الأبوين .

(٥) يكون التهجين فى العادة متناوبا وإن لم يكن هذا دائما . فإن كان لقاح النوع (١) مثلا يؤثر فى بيضات نوع آخر (ب) كان لقاح النوع (ب) فى العادة يؤثر فى بيضات النوع (١) نفس تأثير ذلك .

وفى أغلب الأحيان لا يرى فرق فى ذرية الأخلاط المتناوبة .

وقد لوحظ أيضا فى أخلاط بعض الأنواع أن يشبه الهجين الناتج أحد النوعين أكثر من مشابهته الثانى دائما ولا عبرة بما إذا كان هذا النوع متخذاً أباً أو أما للخلط .

ويسهل اخلاط كل الهجن تقريبا بلقاح مأخوذ من أحد نوعى أبويه أكثر مما يؤخذ من أزهاره هو أو من أزهار هجين آخر أصله أصل المأخوذه . وتسمى الذرية الحادثة من مثل هذا الاخلاط "هجنا مشتقة"

(Derivative-hybrids) وأغلب الهجين المشتقة حدود وسطية بين الأب والهجين والأصلى فهي أكثر إثمارا من هذا الهجين . وبعضها يأتي من البزور أشبه بأبيه فإذا كانت هذه الهجين يلقح ثانيا من لقاح الأب نفسه فإن الذرية الثالثة تشابه الأب ، الذي استمد منه اللقاح ، أكثر من سواه .

وباعادة الاخلاط مع نفس الأب الى النسيلة الرابعة أو الخامسة يضع كل أثر للأب الثانى الأصلى للهجين أو يصبح غير مدرك فى ذريته ويمكن اخلاط الهجين الصادقة بأنواع أخرى تخالف الأبوين ويمكن اخلاط الذرية بنوع آخر مخالف لها مخالفة تامة وهذه الذرية تسمى ”هجنا ثلاثية النوع“ . (Trispecific-hybrids) بهذه الطريقة أمكن الحصول على نباتات اجتمعت فيها صفات ثلاثة أنواع أو أربعة أو أكثر . وذرية مثل هذه النباتات المختلطة شديدة الاختلاف بعضها عن بعض .

التلقيح الصناعى — طرق اخلاط النباتات : كثير من النباتات كالبطيخ والخوخ والطماطم والباذنجان التى لا تخرج أثمارا حتى تخصب البيضات يجب أن تلقح تلقيحا خلطا صناعيا اذا زرعت فى صوبة من الزجاج وأجبرت على الازهار فى أوائل الربيع أو فى أى أوان آخر من السنة لاتكون فيه الحشرات الملقحة كثيرة .

تجرى العملية بنقل اللقاح الى مياسم الأزهار بواسطة فرشاة من صوف الجمال أو ريشة من حشيشة الپامپس (Pampas Grass) أو بقطعة من ذنب الأرنب مربوطة بعصى صغيرة .

وفى الطماطم والخوخ وغيرهما من النباتات ذات الازهار متحدة الجنس قد يكفى مجرد هن النباتات لتوزيع اللقاح توزيعا صالحا ولكن خير طريقة لتلقيح

الخوخ والبطيخ أن يجمع اللقاح من المتوك بواسطة فرشاة من صوف الجمال ووضع الفرشاة وهى ممثلة من اللقاح على مياسم الأزهار ويحسن لتلقيح الطماطم أن يهز شئ من اللقاح من كثير من الأزهار ويجمع فى زجاجة غطاء الساعة أو ملعقة ثم تغمس مياسم الأزهار المراد تلقيحها فى ذلك .

وفى البطيخ حيث تكون الأزهار مستقلة الجنس تقتطف الأزهار السدائية أحيانا من النبات وبعد طى التويج الى الوراء يمسح المتك المكسوف على مياسم الأزهار القربلية المقصود تلقيحها أو توضع زهرة مذكرة فى تويج الزهرة وتترك كذلك ولا شك أنه لا بد فى هذه الأحوال وغيرها من أن تكون المتوك فى حالة انفقاح (أى انفتاح) حتى تكون حبوب اللقاح مستوفاة النمو سهلة الانحراج ويجب أن تكون المياسم فى حالة استقبال .

وإذا أريد اخلاط أو تهجين صنفين أو نوعين خاصين من النباتات وجب أن يشرع فى ذلك باحتراس أكثر مما يستوجبه ذاك فتتخب لهذه العملية زهرة أو أكثر مما يوجد على النبات الذى يتخذ أما أو حاملا للبزور ويمنع أن يصل الى مياسمها أى نوع من اللقاح إلا ما كان من النبات الذى يراد أن يتخذ أباً ولا بد قبل محاولة اخلاط نباتين من درس بنية أزهارها من حيث عدد آلاتها التزاوجية وموضعها وتعرف ذلك تعرفاً صحيحاً ، وتبين ما إذا كانت هذه الأزهار بروتندرية أو بروتوجينية . وفضلا عن ذلك فانه يجب معرفة مظهر المياسم عند ما تنهى لقبول اللقاح وكذا طريقة انفقاح (انفتاح) المتوك وأوانه عند ما يبلغ اللقاح . فان لهذا كله فائدة عظيمة .

وإذا كانت سطوح استقبال اللقاح من المياسم بالغة كانت رطبة أو لزجة . وفى بعض الأحوال تتضخم وتظهر خشنة الملمس ومغطاة بنتوء صغيرة اذا

هى نظرت بعدسة . واذا كانت المياسم ثنائية الفصوص كان النصفان اللذان يكونان إذ ذاك غير ناضجين ملاصقا بعضهما لبعض فاذا بلغا افترقا والتوى كل منهما الى الخارج .

وتفصيل طريقة الأخصاب الخلط الفعلية تختلف باختلاف بناء الأزهار التى يراد اجراء العملية عليها وتوقف على نظامها وكذا على ذوق من يجرى العملية ورأيه الى حد ما . والطريقة الآتية تؤدي الى نتائج محققة مرضية :

(١) انتخب أولا الزهرة التى يراد أن تكون حاملة للبزور ويجب أن يحصل هذا الانتخاب قبل أن تفتح الزهرة وقبل أن تكون متوكها على حالة من البلوغ تسمح لها بثرلقاحها وإلا فقد يكون التلقيح الذاتى أو الخلط بواسطة الريح أو الحشرات قد حصل .

واذا كانت الأزهار عديدة ومتلاصقة كما هو الحال فى أزهار التفاح والقمح وجب أن تتخاط منها واحدة أو اثنتان فقط فأما الباقي فيزال حتى يكون لدى الزهرة المخلطة فرصة للنمو والتكشف أنسب لها .

(٢) افتح الزهرة وأزل الأسدية باحتراس بواسطة جفت دقيق الأطراف وذلك بأن يقبض على كل سداة من خيطها حتى لا تهرس المتك فتعرض لقاحها للانتشار واذا كانت الأسدية فوق البتلات حسن قطع الكأس والتويج والأسدية بمقص دقيق وإياك أن تمس قلم الخدر أو ميسمه أو تؤذيه . وبعد عملية الحب هذه أو إزالة الآلات التراوجية المذكورة ، يجب حبس الزهرة أو الفرخ الحامل لها فى كيس من الورق يربط عند فمه حتى يمنع دخول الحشرات اليها ويحول دون التلقيح الريحى . ثم يترك الميسم حتى يبلغ وذلك يستغرق فى العادة يومين أو ثلاثة تبعا لسن الزهرة عند حبسها .

(٣) اذا كان الميسم متهيئاً للقاح فأزل بعض أسدية بالغة من أزهار النبات المأخوذ أبا للخلط المقصود وبعدهرس المتك بلطف على ظفر الأصبع بقصد اطلاق حبوب اللقاح انقلها بواسطة جفت الى الميسم . وللتأكد من دقة هذه العملية يجب أن تكون الزهرة التى أخذ منها اللقاح قد أودعت كيساً من الورق كما سبق الوصف وسمح لها بالانفجاح فيه .

فأما اذا أهمل هذا الاحتياط وأخذت الأسدية حيثما اتفق من أزهار متفتحة على الأب فلا يمكن أن يتأكد من حدوث الخلط المقصود إذ ربما كان قد وصل اليها لقاح غريب بواسطة الريح أو الحشرات .

(٤) ويجب بعد حدوث التلقيح أن تحبس الزهرة ثانياً فى كيس من الورق وتحفظ فيه حتى يتم اخصاب البزور وتبدأ الثمرة فى النمو عندئذ يمكن ازالة الكيس والترخيص للثمرة والبزور بالنضج كالمعتاد . ويجب فى الأثمار التى كالتفاح والكثيرى أن تسمى الثمرة الرخوة أثناء النضج بواسطة كيس من الشاش أو ما مائل ذلك .

ملحق للفصل الثاني والعشرين

قوانين الوراثة المندلية

(MENDALIAN LAWS OF INHERITANCE.)

١ — اتجهت الأنظار منذ سنة ١٩٠٠ الى القيام بتجارب عن خصال المهاجين أى الأخلاط المستولدة من أصناف من النباتات وعن خصال ذرياتها وقد اهتمدى جريجور چوهان مندل (Gregor Johann Mendel) الى عدة ملاحظات مهمة فى ألمانيا حوالى سنة ١٨٦٦ ولكن نتائج أعماله المنشورة وقوانينه فى الوراثة المشتقة من هذه الأعمال لم يلتفت اليها حتى سنة ١٩٠٠ حين اكتشف دفرىز الهولاندى وكورانس الألمانى وتشيرماك النمساوى حقائق فى هذا الصدد تشبه ما توصل اليه "مندل".

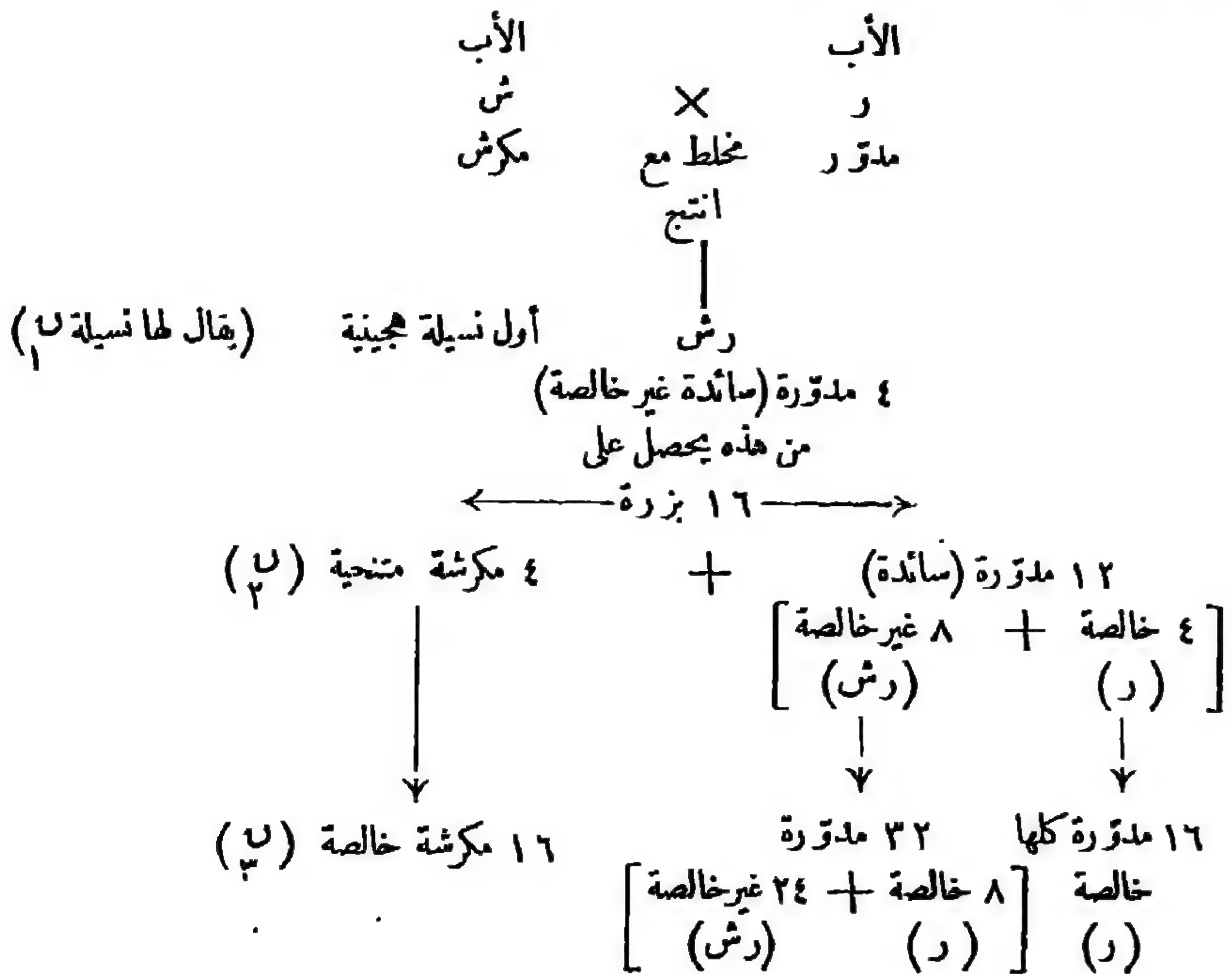
وقد كان معظم اشتغال "مندل" بالبازلاء العادية فاخط عدة أصناف يختلف بعضها عن بعض فى خصلة بسيطة أو فى زوج من الخصال ومن تجاربه أنه أخط صنفًا من البازلاء بزرتة مدورة ناعمة بصنف آخر بزرتة مكرشة مفرضة فوجد أن ذريتهما تركبت من نباتات لم تحمل إلا بزورا مدورة ناعمة فأما خصلة التكرش التى فى نبات الأب المخلط فلم ترفى الهجين الناتج . وقد سُمى الخصلة التى ظهرت فى ذرية الخلط الأول "سائدة" (Dominant) وأما الخصلة التى لم تظهر فسمّاها "متنحية" (Recessive) والبزور الناشئة من أخصاب أزهار الهجين المدور البزور أخصابا ذاتيا لم تنتج بازلاء مدورة البزور فقط بل أنتجت نباتات مكرشة البزور أيضا .

وقد وجد أن عدد البزور التى ظهرت عليها خصلة الاستدارة السائدة كان ثلاثة أمثال البزور التى بدت عليها خصلة التكرش المتنحية .

واستمر "مندل" في توليد نباتات من هذه البزور عدة أنسال فوجد أن البزور المكشاة أنتجت ذرية تشبهها وكانت من حيث الخصلة المتنحية خالصة كالأب الأصل ولم تخرج بزورا مدورة مطلقا .

أما البزور المدورة فكان مسلكها مختلفا عن تلك . وذلك أن بذرة من ثلاثة منها أنتجت ذرية تشبهها . وكانت خالصة من حيث الخصلة السائدة ولكن اثنين من البزور المدورة في كل ثلاثة منها أنتجتا ذرية حملت بزورا مدورة وبزورا مكشاة وكانتا هجينتا كالخلط الأول وكانت نسبة البزور المدورة الى المكشاة منها التي أنتجتها هذه البزور ٣ الى ١

وإذا فرضنا أن كل نبات ينتج ٤ بزور مثلا كان الجدول الآتي يبين نسبة كل نوع ناتج في ثلاثة أنسال متوالية :



٢ — أما أن في خصال النباتات ما يسود على غيرها اذا أخلطت فقد كان معروفا قبل عهد "مندل" كما أنه كان يعرف أن في نسيلة أو ذرية الأخلاط المتأخرة ما يحصل منه على أفراد تحمل من خصال الأب ما لم يكن ظاهرا في النسيلة الأولى ولكن متوسط نسبة عدد كل منها الى الآخر لم يلاحظ من قبل .

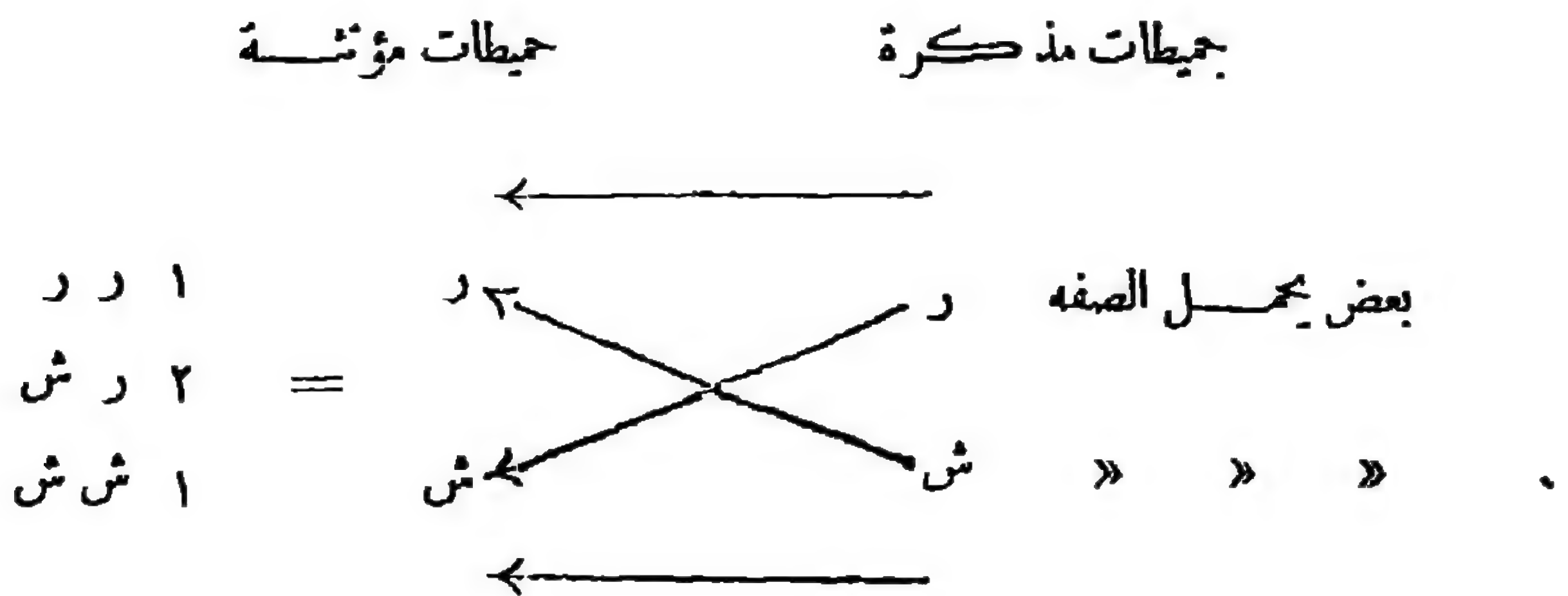
وأهمية عمل "مندل" هي في شرحه للحقائق التي قدمها .

فقد قدم لنا نظرية فرضية مؤداها أنه اذا وجدت خصلتان تخرج احدهما الأخرى أو تعارضها كانت في كل خلية من خلايا الهجين التوالدية أى الجميطة سواء كانت مذكرة أو أنثى تحمل خصلة واحدة فقط لا الخصلتين معا . أى أن كل جميطة فردية من هجين إما أن تحمل الخصلة السائدة من الأباء الأصليين وإما أن تحمل المتنحية لا كليهما .

والنبات الهجين الناتج من اتحاد خليتين توالديتين احدهما من بازلاء بزورها مدورة والأخرى من ذات بزور مكشحة يشتمل على كل من هاتين الخصلتين وان لم تكونا فيه ظاهرتين أما خلاياه التوالدية فلا تحمل إلا خصلة الاستدارة أو صفة التكرش في حالة خالصة ، وعليه فحبوبه اللقاحية وبيضاته أو النوى التناسلي فيها إما أن تكون من المدور الخالص أو المكش الخالص وفضلا عن ذلك فان "مندل" فرض أن عدد الخلايا الذكورية (والخلايا الأنثية) التي تحمل خصلة الاستدارة هو في المتوسط يساوى عدد الخلايا الحاملة لخصلة التكرش .

وعلى هذه الفروض يمكن فهم نتيجة الاتحاد اذا لم يسمح بالاخصاب الذاتي ، مما يأتى :

نبات هجين ناتج من أخلاط أ ب يحمل بزورا مدورة (ر) بأب يحمل بزورا مكرشة (ش) يحرز :



لكل جسيمة مذكرة تحمل خصلة (ر) الاستدارة فرصة ملاقة جسيمة تحمل ر أو س . فاذا قابلت (ر) أنتج النبات بزورا مستديرة وكانت تامة النقاء (ر ر) بالنسبة لخصلة الاستدارة أما اذا قابلت جسيمة تحمل شـ كان النبات الناتج هجيناً لا ينتج شبهه .

وعلى ذلك نرى أنه فى المتوسط يتكوّن من الجسيطات المذكرة التى تحمل صفة الاستدارة والتى تتحد اعتسافاً مع الجسيطات المؤنثة الموجودة ما يأتى :

$$\left. \begin{array}{l} \text{نباتات ر ر خالصة} \\ \text{» ر ش هجينة} \end{array} \right\} \text{بنسبة ١ ر الى ١ ر ش}$$

وكذلك نحصل من الجسيطات المذكرة المحرزة لخصلة التكرش (س) ما يأتى :

$$\left. \begin{array}{l} \text{نباتات س س خالصة} \\ \text{» ر ش هجينة} \end{array} \right\} \text{بنسبة ١ ش الى ١ ر ش}$$

فاذا كان اتحاد الجملطات اتحادا معتسفا فيه وكان عدد الخلايا التراجعية المذكرة والمؤنثة التي تحمل كل منها خصلة ر أو ش وحدها. واحدا جاءت هذه النتيجة النسبية :

$$\begin{array}{ccc} ١ \text{ نبات} & ٢ \text{ نبات} & ١ \text{ نبات} \\ \text{ش ش} & \text{ر ش} & \text{ر ر} \\ \hline \text{متنحي} & \text{سائد} & \end{array}$$

وبما أن خصلة الاستدارة هي السائدة على خصلة التكرش فان النباتات الهجينية غير الخالصة تلوح مثل النباتات الخالصة (ر و) وعلى ذلك تكون نسبة النباتات التي تظهر خصلة الاستدارة السائدة الى النباتات التي تظهر خصلة التكرش المتنحية ٣ الى ١ وهذا ما وجد "مندل" في تجاربه أنه الواقع .

فلما أخلط الهجين بالأب الحامل لخصلة التكرش بدلا من اخصابه اخصابا ذاتيا كانت الذرية مكونة من بازلاء بعض بزورها مدور وبعضها مكش بنسبة واحدة وهو ما يترتب أيضا على نظرية "مندل" .

$$\begin{array}{ccc} \text{جملطات الهجين} & & \text{جملطات الأب} \\ \text{ر} \leftarrow & & \text{ر ش} \\ & \searrow \quad \swarrow & \\ & \text{ش} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ \text{ش} & & \text{ش} \\ \leftarrow & & \text{ش ش} \\ & & \text{ش ش} \end{array}$$

واخلط "مندل" كذلك بازلاء تختلف في خصال أخرى كثيرة وحصل على نتائج تشابه ما سبق وصفه فمثلا أنه أخلط بازلاء ذات فلقات صفراء بأصناف ذات فلقات خضراء فوجد أن الأصفر سائد ولكن حدث انفصال في النسيلة الثانية فظهرت بازلاء فلقاتها خضراء بنسبة بذرة مخضرة الفلقتين الى ثلاث بزور مصفرة الفلقتين .

٣ — الخصال التى يخرج بعضها بعضها أو يناقضه كاستدارة والتكرش فى البازلاء تسمى "زوجا من الأليومورفات" (Allelomorphs) .

والنبات أو الحيوان الذى ينشأ من اتحاد خليتين توالديتين مختلفتين يسمى "زيجوتا" (Zygote) أحيانا .

ويسمى النبات الذى ينشأ من اخصاب خليتين تزاوجيتين تحملان اليلومورفات شبه بعضها هو "موزيجوتا" (Homozygote) أى متشابه (رر مثلاً) .

فأما اذا كانت الخصال الاليلومورفية متضادة فيسمى النبات الناتج "هيتروزيجوتا أى غير متشابه" (Heterozygoe) مثل (رش) .

٤ — هذا وقد وجد بالتجارب أن ما يأتى يسلك مسلك الأزواج الاليلومورفية من الخصال .

متجينة	سائدة	فى
عادة القصر	عادة الاستطالة	البازلاء
اخضرار الفلقة	اصفرار الفلقة	
ابيضاض الجلدة	اسمرار الجلدة	
تكرش البزور	استدارة البزور	
وجود السفا (Awans)	غياب السفا	القسمح
نعومة الأتب (Chaff)	خشونة الأتب	
ابيضاض الأتب	احمرار الأتب	
سكرة الاندوسبرم	نشوية الاندوسبرم	
النعومة	الشعرية	الذرة
بتلات مفصصة	بتلات كاملة	الليشنس (Lychnis) ...
		الكليدونيوم ماچوس
		(Chelidonium Majus)
قصر القلم	استطالة القلم	الأونوثرأ (Oenothera) ...
استدارة حبوب اللقاح	بيضية حبوب اللقاح	الجلبان
الأزهار البيضاء	الأزهار الملونة	كثير من النباتات

بعد معالجة "مندل" نباتات من البازلاء تختلف في زوج من الخصال عهد الى أخلط أصناف منها فيها زوجان من الأليلومورفات وعين توزع الملامح الأبوية في الذرية .

إذا اختلطت بازلاء مدورة ذات فلقات خضراء بأخرى ذات تكرش وفلقات صفراء كان عندنا زوجان من الأليلومورفات ؛ (١) زوج مدور ومكرش و (٢) زوج أخضر وأصفر .

(١) البزور المدورة تسود على البزور المكشدة

(٢) الفلقات الصفراء » » الفلقات الخضراء

هنا يرى أن الخلط الأول أى النسيلة (٣) يشتمل على بازلاء صفراء مستديرة فقط .

وبحدوث الاخصاب الذاتى يحصل على النسيلة (٣) . وهذه النسيلة تعطى أربعة أصناف من البازلاء هى :

(١) مدور أصفر (٣) مكرش أصفر

(٢) » أخضر (٤) » أخضر

على النسبة الآتية :

٩ : ٣ : ٣ : ١

مدورة صفراء مدورة خضراء مكشدة صفراء مكشدة خضراء

واثنان من هذه الأصناف يشبهان أباهما الأصلي في المظهر . وفضلا عن ذلك فقد حصل على صنفين جديدين من البازلاء أحدهما أخضر مكرش وثانيهما مدور أصفر .

آب آب
 مرصه مرصه
 مستدیر اصفر مستدیر اصفر
 X
 مرصه مرصه
 مستدیر اصفر مستدیر اصفر

ذكر	أنثى
ص	ص
غ	غ
ش	ش
ف	ف

وكذلك
 رخ فرص متساوية من مقابلة رخ أو رخ
 رخ أو رخ .

وكذلك
شـ غ فرص متساوية . متباينة بـ ص أو شـ غ
شـ ص أو شـ غ

وكذلك
 شرح فرغ فرص متساهل
 شرح ص أو شرح

وأحد الثلاث البزور المكشاة الصفراء شـ صـ شـ صـ ينتج شبهه
 « « « المستديرة الخضراء مـ مـ مـ مـ غـ غـ « «
 فأما الباقي فغير خالص أى هو هجين بالنظر الى زوج اليومورفى أو آخر غيره .
 وعليه ينفصل عند حصول الاخصاب الذاتى فى طرائق شتى .
 يرى من المثل المضروب أن بعضا من الخصال الموجودة فى صنفين
 منفصلين من النباتات يمكن اتحادهما فى صنف واحد وليس هذا المثل وحيدا
 فى بابه فقد حصل على كثير غيره بالتجربة .

٦ — ان رأى المندلى القائل بوجود خصال وحدية متميزة بعضها عن
 بعض قادرة على أن تورث مستقلة بعضها عن بعض قد حقق ما نعلم عن طبيعة
 الوراثة وعن بنية السلالات الخالصة والمهاجن أو الأخلاط .
 فالفرد الذى من سلالة خالصة هو مانشأ من اتحاد خلية مذكرة بأخرى
 مؤنثة تشتمل كل منهما على عناصر أى خصال مماثلة لما فى الأخرى . أما
 الهجين أو الخلط فهو مانشأ من خلايا تزاوجية تحمل عناصر اليومورفية متباينة
 وقد يكون النبات خالصا بالنسبة لخصلة واحدة على أنه يكون خلطا بالنسبة
 لخصلة أخرى .

هذه النظرية الفرضية نظرية تميز الخصال الوراثةية تساعد جهود مربى
 النباتات مساعدة كبرى من حيث انها تدل على السبيل التى ينبغى أن يسير فيها
 الاخلاط لاحداث الاتحاد المرغوب فى نباتات معينة .
 إلا فى أصناف متفرقة وتجعل انتخاب المربى لما يريد من بين ذرية الاخلاط ،
 للحصول على النتيجة المرغوبة ، أبسط وأقوم من ذرى غيل .

٧ — وقد عرف من زمان طويل بين المهجنين أن بعض الأصناف
 المختلطة من النباتات التى تبدو عليها خصال تتجانب الأب أو الأم لا يمكن

تثبيتها فاذا أخصبت بعد ذلك اخصابا ذاتيا لم تراخضلة الحديد في الذرية كلها بل يوجد كثير من الأفراد الشاردة (Rogue) التي يجب اقتلاعها . أما الضرب الحديد فقد ظهر أنه لا يمكن تثبيته بأي مجهود من الانتخاب أو الأخصاب الآتي .

هذه الاشكال الهجينية في العادة زيجوتات غير متشابهة ولا بد لها تبعا لنظرية "منديل" من أن تنقسم الى ٢٥ في المائة من صنف الأب و ٢٥ من صنف الأم أما الخمسون الباقية فتبقى هجنا .

والمندلية كذلك تفسر كثيرا من أشكال الرجعي (Reversion) . بعض الأفراد الراجعة التي تظهر بين ما يظن أنه عترة (Stock) فيما يقال خالصة منتخبة ليست إلا منتحيات لم تتح لها فرصة الظهور مطلقا . قد يكون أغلب العترة المنتخبة المذكورة خالصة حسب رأى "منديل" ولكن اذا كان بعضها غير خالص ولم يشتمل على الخصلة المنتخبة فان هذه الخصلة لا ترى إلا عند حدوث الاخلاط بين أفراد محرزة نفس الخصلة المنتخبة وقد تكون الفرص الملائمة لهذا الظهور بعيدة جدا نظرا لكثرة عدد الأفراد الخالصة التي اختلطت بها أفراد غير خالصة .

مثل هذه الأفراد الراجعة جدية أن تنتج شبيها اذا هي أخلطت بعضها ببعض أو أخصبت اخصابا ذاتيا وهذا ما يحدث أحيانا .

وهناك أنواع أخرى من الرجعي لا تنتج شبيها فيما بينها في النسيلة الأولى (٢) ولكنها "ترحم من ذلك تحدث مقدارا صغير النسبة المئوية ينتج شبيهه بالنسبة للصفة الرجعية في النسيلة الثانية (٣) وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون ذاتية . طابعة زيجوتية غير متشابهة وترى هذه الأحوال فيما يسمى "الرجعي بالاخلاط" ويمكن تفسيرها بالطريقة المندلية ولكن اذا أريد التوسع في دراستها فلا بد من الرجوع إلى مطولات التي لا تزال تكتب عن هذا الموضوع .

الفصل الثالث والعشرون

النباتات المزروعة وأصلها — تربية النباتات

١ — لم يزل الانسان من قديم الأزل يستمد كثيرا مما يقوم بأوده من عالم النباتات . فانه لما كان على الفطرة كان يسعى فى مناكب الأرض يغتذى بمحذور كثير من أنواع النباتات الوحشية وسوقها وأوراقها وثمارها وبزورها كما يفعل أحمط المتوحشين فى زماننا هذا . فلما استقر به المقام وزاد تعداد أفراده بدت له الحاجة الى انتخاب ما كان من النباتات ملائما له نافعا وزرعه بالقرب من محله حتى يكون له مورد مضمون دائم من الغذاء .

ولكننا لا ندرى من البادى فى ذلك ولا فى أى عهد من عهود تاريخ الجنس البشرى كان هذا الانتخاب ولا أول زرع لمختلف النباتات الوحشية التى جاءت منها أهم نباتاتنا الغذائية . وقد دلت أبحاث دى كاندول (De Candolle) وغيره أن أغلب خضراواتنا الشائعة وفواكهنا وغلالاتنا كانت فى مجرى الزرع أبد عدة مئات من السنين وفى بعض الأحوال عدة ألوف ، تنوعت فى أثنائها تنوعا كبيرا .

اجل ، إن الوحشى من أنواع الحنطة والذرة والبقول العريض وقيلب غيرها مما جاءت منه الأنواع الحديثة غير معروف . ولكن الصورة الأهلى من مختلف النباتات الحقلية والبستانية ممكن معرفتها معرفة أكيدة أو شبيهة بذلك فانه عند مقارنة الأنواع المزروعة بالأنواع الوحشية يلاحظ أن الأولى تختلف عن الثانية فى أنها أشمل لمظاهر الترقى وفى تحسن طعم تلك الأجزاء التى من أجلها زرعت نباتاتها . فأما الأجزاء الباقية فتكون شبيهة بالنباتات الأهلى فى نوعيتها

الوحشى والمربى كالتفاح والكثيرى والبرقوق والشليك وغيرها من النباتات التى تزرع طلبا لثمارها فانك لتجد أن أزهارها وسوقها وأوراقها مشابهة لأمثالها فى الوحشى منها ولكن ما أشد ما يبين أثمارها من الاختلاف .

فأما فى أحوال النباتات التى تزرع طمعا فى جذورها فقط ، فانك لا تجد أكثر مظاهر الشرود عن الأصل الوحشى إلا فى الجذر ، ويمكن مشاهدة ذلك بمقارنة الجذور والسوق والأوراق والأزهار من نبات الجزر الوحشى بالجزر المربى بالزراعة .

يلاحظ أن للصفات الخاصة التى تميز النباتات المزروعة عن النباتات الوحشية علاقة بازدياد نفعها لبني الانسان وأن الانسان هو الذى عمل على احداث هذه التنوعات النافعة . ولولا عناية الفلاح ودوام التفاته لاختفت هذه الأصناف المرقاة .

وفضلا عن العناية بإبقاء الأنواع المزروعة عندما بلغت من الكمال فان هناك مساعى مستمرة لتنويعها وتحسينها . فالأصناف القديمة مأخوذ فى تغييرها حتى تزداد غلة أجزائها النافعة أو يتحسن لونها أو حجمها أو صورتها أو طعمها أو أوان نضجها أو قدرتها على الاحتفاظ بصفاتها أو صلابتها . فأما الطرق التى تحدث بها تلك التحسينات فمشرحة فيما يلى من فقرات هذا الفصل .

٢ — الأصناف البرعمية أو النوايح (Sports)

إن البراعم الموجودة على نبات واحد يشبه بعضها بعضها تشابها كبيرا حتى لا يتكشف جميعها من فراخ قريبة الشبه بعضها من بعض من حيث لون سوقها وصورتها وأوراقها وأثمارها . على أنه يلاحظ فى المعمرة من نباتات الحقل " تاذ: أ- يانا أن من البراعم الموجودة على بعض النباتات

ما ينمو ويكون فراخا تختلف عن الفراخ الناشئة من البراعم الأخرى الموجودة على نفس النبات اختلافا كبيرا. كما يحدث فى الخوخ اذ يرى أن بعض براعمه تتكشف عن فراخ لا تحمل خوفا بل صنفا آخر يسمى بالانكليزية "نكتارين" (Nectarine) ، وكذا الأمر فى البرقوق الذى ينتج فى العادة اثمارا أرجوانية فقد وجد أنه ينتج فرخا يحمل برقوقا أصفر يختلف فى صفته عن أى نوع آخر معروف اختلافا كبيرا .

هذا التصنيف الفجائى العظيم يسمى "التصنيف البرعمى" (Bud-Variation) أو "النبوغ" (Sporting) وأكثر ما يصادف هذا النبوغ فى تلك الأنواع من النباتات المعمرة التى كانت فى مجرى الزراعة مددا طويلة جدا وأندر ما يكون بين النباتات الحولية ويكون غير عادى فى المعمرات التى كان ادخالها ضمن مزارعات البساتين حديثا .

وقليل جدا من النوايح (Sports) ممكن تكثيره بواسطة البزور ولكن لا بد على كل حال من نقلها بعد ذلك من الأب . وتكثر بالتخصير أى بواسطة العقل والترقيد أو بواسطة البرعمة والتطعيم .

وكثير من أمثلة الأصناف الجديدة المستحدثة بالتصنيف البرعمى يشاهد بين أزهار البساتين كالورود وأنواع القرتمسل والكريزنتيموم والبلارجونيوم والخزامى .

وبهذه الطريقة نشأت كل أشكال الصفصاف وغيرها من الأشجار والشجيرات .

والبطاطس بين المغلات الحقلية خاضع للتصنيف البرعمى ولكن حدوث ذلك نادر جدا . فقد وجد أن من أصنافه التى تحمل درنات أرجوانية الجلدة

ما ينتج درنات فردية بيضاء بين الدرنات ذات اللون العادي وكم رؤيت درنات أرجوانية الجلدة وعليها عين بيضاء أو أكثر ، اذا قطعت وكثرت نمت الى نباتات لا تحمل إلا درنات بيضاء .

٣ - التصنيف بين النباتات البادرية .

(١) النوابع البزرية (Seminal Sports) . انتخاب الأصناف وتثبيتها : من أهم خواص الأشياء الحية في كل أنواعها قابلية التخالف في ذريتها الحادثة بالتزاوج فبزور الفول مثلا تنتج نباتات فول دائما وحبوب القمح تولد نباتاته ولكن ليس في هذين النوعين ولا في غيرهما بادرتان متشابهتان كل المشابهة من كل الوجوه . فقد يكون التخالف مورفولوجيا فقط أى أنه ربما كان تغيرا في شكل الورقة أو الساق أو غيرهما من أجزاء النباتات أو في حجمها . وقد تختلف الأفراد اختلافا فسيولوجيا عن أبويهما أو تختلف بعضها عن بعض . مثال ذلك : أنك تجد بين بواذر البطاطس اختلافا في قدرتها على تكوين النشا واختزانه وفي امكانها مقاومة الصقيع واصابات الحشرات والفطر الطفيلية . ان الفروق بين الآباء وذريتها في النباتات الوحشية هي في العادة ضئيلة جدا ولكن مقدار الاختلاف الذي يرى في بادرات عديدة من النباتات المزروعة يكون أحيانا عظيما جدا .

والباردة التي تختلف اختلافا محسوسا جدا عن أمها في بعض خصائصها المورفولوجية أو الفسيولوجية تسمى "النابع البزري" (Seminal Sport) .

على أنه ان كان كثير من النوابع البزرية يختلف اختلافا عظيما عن الأصل الأبوي الذي حصل عليها منه فلا يترتب على ذلك أن هذه الأصناف هي بالضرورة تهرسات على الآباء ؛ فان أغلبها مجرد عجائب أو أصناف أخط

من أبائها انحطاطا بينما ليست لها قيمة جوهريّة في نظر الفلاح أو البستاني ،
على أن منها ما يحرز صفات من الجدة والبيان بحيث تجعلها جذيرة بالزراعة .

ولعل هذا الصنف الأخير هو الشائع بين النباتات الزهرية الزينة حيث
يكون كل تصنيف جديد في لون الأوراق أو الأزهار كافيا لجعل النبات جذابا .

ويؤدى البحث الدقيق في أصل الكثير من أصناف التفاح والكثير
وغيرهما من الفواكه الى أن أكثرها نوابغ بزرية مستنتجة من بزور زرعت
عرضا في الغابات والحقول بواسطة الطيور أو انزعت من تلقاء نفسها
في البساتين وقد لفتت هذه الأشياء نظر بعضهم ممن عني بالبحث في الأصناف
الجذيرة بالاستجلاب والزرع .

وكثير من الأصناف الحديثة من الفواكه نشأت كنوابغ بزرية من بيات
أو عججات (Pips) أو بزور انتجت عفوا ، ويندر أن يأتى أحدها مطردا من
بذرة فان الصفات الخاصة التي تبدو عليها ليست وراثية . مثال ذلك : بزور برتقان
كوكس (Cox's orange) أو تفاح "ورمستبرهين" (Worcester Pearmain)
فانها اذا زرعت لا تنتج أشجارا تحمل تفاحا من هذين النوعين ، ولا بزور
مختلف أصناف الورد والقرنفل (إلا في أحوال نادرة) تنتج نباتات تحمل
أزهارا مشابهة لآبائها . ولكن كون صفاتها لا تنتقل الى ذريات بادرية لا يمنع
نفعها إذ يمكن تكثيرها خضريا بسهولة كما هو الحال في النوابغ البرعمية من
النباتات المعمرة .

والنوابغ البزرية ليست نادرة في النباتات الحولية ، ولكن لا بد في مثل
هذه الأحوال أن تكون صفاتها الخاصة وراثية إذ ^{الطريقة العملية هي}
لتكثير هذه النباتات إلا بواسطة البزور . وهناك ^{على الحولية}

التي تنتقل منها الصفات الجيدة التي تلبستها الى كل نباتات بطونها التالية بغير حدوث تنوع أو تغير مادي فيها .

وتكاد الغلال الجيدة تكون كلها نوابغ بزرية من الفريق الذي اكتشف أصله على حافة طريق أو وجد ناميا بين نباتات محصول عادى . وقد كان للمستتر "باتريك شريف" (Patrick Sheriff) الايكوسى الذى أدخل كثيرا من جيد أصناف الغلال فى السوق عادة البحث فى حقوله الحنطية والشوفانية بحثا منظما عن نباتات تبدو عليها خصائص جديدة متميزة فى حبوبها وقشها ، وهو وإن كان قد حاول احداث أصناف جديدة بواسطة الأخلاط وتكرار الانتخاب كما سيمر بك ، فإنه يظهر أن خير ما أدخله إنما جاء من النوابغ البزرية التي اكتشفها فى حقوله بكل ما كانت عليه يومئذ من الصفات العالية الفطرية والقابلة للانتقال الى ذريتها بغير تغير .

أما زرع عدد كبير من البزور المتخبة حيثما اتفق من بزور التفاح والكمثرى وغيرهما من النباتات المرباة بالزراعة على أمل الحصول على صنف قيم يسدر بغلة فهو شئ أشبه بلعبة من ألعاب الصدفة التي يعترض فيها اللاعب شئ كثير من سوء البخت ولكن اتباع هذه الطريقة أدى غير مرة الى نتائج طيبة .

فإن أحد أصناف البطاطس الجيدة المحدثه وهو الصنف المعروف باسم "مجنوم بونام" (Magnum Bonum) قد حصل عليه المستر جيمس كلارك اذ وجدته بين حوض من البوادر المشتقة من مقدار من البطاطس المتخبة حيثما اتفق وكذلك كثير من الأصناف النافعة والزينة من النباتات المزروعة فقد كتب منشأها انتخاب أنماها عفا فإذا حدث صنف جديد بين بوادر رات ، كالت
رأفقوا كه وأنواع الشليك والبطاطس والورد
تكثرها خضريا ، وكذلك اذا حدثت أصناف
من النبات

جديدة من النباتات الحولية ، تكون خواصها قابلة للانتقال بواسطة بزورها انتقالا تاما الى كل أفراد ذريتها ، كان عمل مربى النباتات مقصورا على مجرد تكثير الصنف الجديد .

على أنه يوجد في أكثر الأحيان أنه اذا زرعت بزور الصنف الجديد (أى النابغ الجديد) كانت أغلبية البوادر غير واثرة الملامح الخاصة التى للأب وإنما تشابه النبات الأصل الذى نبغ منه الأب . مثال ذلك : اذا وجد فى حوض من نباتات الطماطم الحاملة ثمار منحنطة مكشعة ، فرد يحمل طماطم ناعمة مستديرة جيدة ، وجد أنه اذا زرعت بزور هذا الصنف النابغ كان عدد عظيم من نباتاته ذا ثمار مكشعة ولا يحمل منها شئ ثمرا ناعما مستديرا جيدا مطلقا وان حصل فىكون عددها قليلا جدا . واذا ظهر صنف جديد بين مغلات كثرت بواسطة البزور فالواجب أن لا يكتفى بزرع بزوره بل يسعى فى تثبيته حتى تكون كل البوادر الناتجة منه أو من أعقابها محرزة كل الصفات الخاصة التى لفتت الى أصلها نظر الزارع . ولا يمكن تثبيت صنف جديد دائم الصفات من مثل هذه النوابع البزورية إلا باتباع الطريقة الآتية من تكرار الانتخاب .

تزرع بزور النبات الذى بدت عليه الملامح الجديدة ، ويسمح للبوادر المحرزة نفس صفات الأب الخاصة أن تنتج بذورا ، فأما غيرها فيقلع ويهمل . وتزرع بزور هذه الذرية الأولى ويجرى فى نتائجها انتخاب جديد ، ثم تزرع بزورها فإن منها محرزا نفس الصفات المرغوبة . وتكرر هذه العملية

ذريات حتى لا يحتاج الأمر الى اقتلاع ، أى حتى تكون الصفات قد استقرت فى الذرية جميعها فيقال للصنف عندئذ أنه ثابت ، وهو مفردا من البزرة أى يحدث شبهه باستمرار . ويتوقف الوقت اللازم لتثبيت صنف ما

بهذه الطريقة ، على القوة التي في النباتات لنقل صفاته الى نسله . وهذه القوة شديدة الاختلاف ولا يمكن وضع قواعد خاصة بها ، ففي بعض الأحوال قد يشبه خمسون في المائة أو أكثر من أفراد النسيلة الأولى ، الأب الأصل . وبزراع بزور هذه قد يأتى تسعون في المائة من البوادر مشبها له ، ففي هذه الأحوال يكون تثبيت الصنف سهلا جدا ، وقد يمكن احداثه على مضى مدة ثلاث ذريات أو أربع . وفي بعض الأحوال يكون عدد النباتات المشابهة للأصل في كل ذرية تالية قليلا جدا .

وقد لا يحوز مقدار كبير من النباتات التي يحصل عليها في كل زرة شيا من صفات الصنف التي أراد مربى النباتات تقريرها حتى ولو أجرى الانتخاب عدة ذريات .

قال فيلمورين (Vilmorin) إن بعض أصنافه المهيمنة من القمح استغرقت ست سنوات أو سبعا في مجرى الزراعة والانتخاب ، قبل ان أصبحت من ثبات الصفة بالدرجة الكافية لعرضها في السوق اختبارا .

على أنه وجد أنه اذا استعملت تلك الطريقة لخمس نسائل أو ست من النباتات كانت كافية لتثبيت كثير من أصناف الغلال الجديدة ، والفاول والحمص ، والكرنب ، واللفت ، والطماطم وغيرها من النباتات الحولية وذات السنتين ، ويحتمل أنه اذا زرع صنف من نبات معمر وأجريت فيه عمليات الانتخاب أبدا عدد من النسل . . . قدر ذلك ، أمكن حمل هذا النبات المعمر خصه به باطراد من البزرة ، على أنه لما كان الأمر يقتضى عدة سنين للحصول على بزور من معمرات بادرية كانت عملية تثبيت أصناف جديدة من مثل هذه النباتات ، بواسطة انتخابها وتكثيرها بالطريقة المذكورة ، فائدة الحدوث ، وعليه كانت كل أصناف الكثرى والتفاح والشليك

والخزامى والنرجس وغيرها من النباتات المزروعة لاتأتى مطردة من بزور ، على أنه لا لزوم لهذا ، اذ يمكن تكثير النابغ الأصيل خضرىا بواسطة العقل والدفانات والتطعيم والبصلات . ولا شك أن الأصناف التى ليست صفاتها الخاصة وراثية لا يمكن تثبيتها مطلقا . أما الأصناف التى هى نتيجة التهجين فيغلب أن تختلف على استمرار عدة ذريات فهى والحالة هذه صعبة التثبيت . وعلى هذا فاذا حاول التثبيت كانت الذريات المتعددة التى تزرع بقصد اجراء عملية الانتخاب تستوجب الحماية والمنع من أن تختلط فى الأخصاب بأصناف أخرى أو بالبوادر غير المطردة بقدر الامكان . واعلم أن الأخصاب الذاتى اذا لم يحجر بتطرف يؤدى الى تثبيت صفات الأصناف الجديدة .

(ب) الأصناف البزرية أو البادرية

سبق القول أنه لا يمكن أن تكون بادرتان متشابهتين تمام التشابه حتى ولو كانتا مشتقتين من بزور مأخوذة من أصل واحد فانه لابد لهما من الاختلاف بعضهما عن بعض فى صفة أو أكثر . فقد لا يكون لون الأزهار واحدا تماما ، وقد يختلف شكل الورقة ، أو ثخانة الجذر ، أو حجم الساق . وعادة نموها ، باختلاف الأفراد . فاذا كان التصنيف أى الاختلاف عن النموذج المشترك ظاهرا بينا ، سمي النبات "نابغا بزريا" ، فأما البوادر التى فيها اختلاف لا يكاد ينظر فتسمى "أصنافا بزرية" (Seminal Varieties) . وليس يوجد بين النابغ البزرى والصنف البزرى فرق جـ ، إنما هو اختلاف درجة فقط .

هذه الاختلافات الضئيلة غير المدركة من النموذج المشترك هى من الأهمية بمكان عظيم ، إذ تدانا التجارب أن كل واحدة من هذه الاختلافات تهرسا

ربما زادت زيادة كبرى بواسطة انتخاب النبات الذى تكون فيه الصفة شديدة الظهور فى كل جيل تال ، فان انتشار الصفة وثبوتها يسيران معا فى مثل هذه الأحوال . فاذا لوحظ بين حوض من النباتات التى تكون أزهارها فى العادة صفراء ، فرد أزهاره عليها مسحة ضئيلة من الحمرة ، كان من الممكن احداث وتثبيت صنف متميز أحمر اللون فى الزهر بواسطة انتخاب النبات الذى تكون فيه حمرة البتلات أشد ظهورا ، من كل بطن من بطون النابغ الأصلى . وليس الأمر مقصورا على امكان تنويع مسحات اللون الزهرى وزيادته ، بل انما يمكن زيادة كل الصفات الأخرى بالطريقة نفسها على أى حال كان مبدؤها فى النبات المنتخب .

فى سنة ١٨٩٠ زرع بروسكويتز (Proskowetz) بزورا من بنجر البحر (Sea-beet) حصل عليها من عينات نامية على شاطئ فرنسا الجنوبى فى ثرى جيد من تراب الحدائق . وكانت البوادر ذات جذور شديدة التفرع مثل آبائها المتوحشة وأرسلت فراخا مزهرة فى نفس السنة التى زرعت فيها البزور . وكان متوسط المشتل من السكر قليلا ، بالرغم من أنه كان يختلف ما بين ٠,٣ و ١١,٢ فى المائة .

وقد انتخبت نباتات هذه النسيلة ذات المحتوى السكرى الجيد وذات الجذور السمبكية القليلة التفرع وزرعت بزورها ، فأشبهت أغلبية نباتات هذا الجيل الثانية المنتخبه آباءها ولكن بعضا منها سلك مسلك ذات الحولين ولم يرسل . ثم زرعت فى أول فصل من نموه . وقد انتخب من هذه النباتات لـ ١٠٠٠ زرع آخر ، زرعت بزوره ، فكان للجذور ، نظرا لهذا الانتخاب ، حصة ١٠٠٠ زرع منها ، فى سنة ١٨٩٢ مشتل سكرى متوسطه ١٥,٩٣ فى المائة وكان متوسط وزن كل ر ٤٢٦ جراما . وكان متوسط المشتل السكرى

فى فريق آخر منتخب فى سنة ١٨٩٤ ، ١٦,٩٩ فى المائة وكان متوسط وزن الجذر ٣٦٨ جراما . وأنه وان كانت بزور هذه النباتات لم تزل تثبت قليلا من النباتات الحولية مشابهة لآبائها الوحشية الأصلية ، فقد اتضح أن أغلب البوادر كانت ذات حولين ، وكان شكل شجر الجذر ومقدار مشتمله السكرى يشبهان أصناف البنجر العادة مشابهة كبيرة .

ولأجل تعيين مقدار المشتمل السكرى الزائد وكذا الزائد فى حجم الجذر بسبب حسن تربة الحديقة التى أنبتت فيها بزور النباتات ، ولتعيين مقدار مافعله انتخاب أحسنها شكلا ، ورفض أردئها ، زرع جزء آخر من الحديقة فى سنة ١٨٩٠ بالبزور الوحشية وسمح للنباتات بالبقاء وثر بزورها فانزراعها سنة بعد سنة ، وكان متوسط المشتمل السكرى لجذور هذه يرتفع سنة بعد أخرى .

فى سنة ١٨٩٣ كان ٤,٥ فى المائة ، وفى سنة ١٨٩٤ كان ٩,٣٨ فى المائة ، وكان متوسط وزن الجذر فى سنة ١٨٩٣ ، ١٤٧ جراما وفى سنة ١٨٩٤ ٢٣٢٠ جراما . وبمقارنة هذه الأرقام بالأرقام السابقة يرى أن عملية الانتخاب قد ضاعفت المشتمل السكرى تقريبا وزاد متوسط وزن الجذر زيادة مذكورة .

وقد حصل دى فيلموران (A. L. de Vilmorin) بواسطة عملية انتخاب أجراها باستمرار فى أربعة أجيال من النبات ، من الجذر الأحشى الحولى الرفيع الجذر (Daucus Carota L.) على نباتات ذات مستين لها جذور ثخينة شحمة تشابه بعض النماذج المزروعة العادية من الجذر فى شكلها ولونها وحجمها . ويقال أن الأستاذ باكان (Buckman) قد أحدث صنف الجذر الأبيض (سفرانية) الكبير المجوف الرأس من الجذر الأبيض الوحشى الصغير الجذر بواسطة عملية من الانتخاب مشابهة لتلك .

ويمكن اعتبار هذين من الأمثلة على سرعة تنوع الأجناس المتوحشة بواسطة انتخاب وتكثير بزور ما يعتبر أحسن نماذج نباتات الأجيال العديدة المتتالية وطرح غيرها من النباتات أو أهلاكها .

والأصناف المزروعة الموجودة والحالة هذه يمكن تحسينها أو جعلها أفيد مما هي في الوقت الحاضر بطريقة مشابهة . وهذا بالأجمال أسهل كثيرا في المعالجة من الأصناف الوحشية .

٤ - التصنيف ، كيف يحدث ؟

مما سبق يفهم أن تحسين النباتات يتوقف مبدئيا على قابليتها للتصنيف ؛ فانه اذا كانت النباتات كلها متشابهة ولم تختلف بعضها عن بعض مطلقا ، لم يمكن الانتخاب . وفضلا عن ذلك فانه لا بد أن يكون التصنيف في النباتات المحدثة من البزور وراثيا وإلا فانه اذا لم تكن الصفة الخاصة التي في فرد منتخب من النبات تنقل الى النسيلا التالية ، أصبح الانتخاب عديم القيمة . فمثلا لا يمكن حدوث تقدم في تكون نوع من النباتات الصلبة القش من صنف من الشعير أو القمح ذي سوق ضعيفة بواسطة انتخاب وتكثير نبات فرد قش صلب ، إلا اذا كانت هذه الصلابة تنقل الى نسل النبات المنتخب .

ولا يمكن معرفة أى التصنيفات ممكن نقلها الى بواذر النسل وأياها غير ممكن إلا بالتجربة الفعلية . ولا بد أن تكون تصنيفات النباتات والحيوانات محدثة من تغيرات نوعية في بناء بروتوبلازمها . ولكن لم يعرف شئ قطعى عن طبيعة هذه التغيرات ولذلك كان حمل نبات ما على التصنيف بطريقة مرغوبة خاصة أمرا يستحيل في الوقت الحاضر . بل أن محاولة جعل نبات ما يتصنف تصنيفا ما مدركا أمر من الصعوبات بمكان ؛ إذ أن من الأنواع ما يكون ثابتا جدا .

على أنه إذا ابتدأ التصنيف ظهرت الصفة المطلوبة عاجلا أو آجلا بين النباتات ، فكأن أول خطوة فى سبيل تحسن فى النبات هى مخالفة النموذج أو جعل النموذج المقصود تحسينه يتصنف بأى طريقة كانت .

وبما أن تصنيفات النباتات هى النقاط التى يتبدى منها التنوع أو التحسن ، فلا بد من البحث عما إذا كانت هناك طرق يمكن بها أحداث التصنيف .

وقد دلت التجارب على أن التصنيف يمكن أحداثه :

(١) بتغيير الأحوال الخارجية الحيوية للنبات .

(٢) بالاخلاق والتجهين .

وليس يخفى أن وفرة المواد السماكية يؤدى الى ترعرع مختلف أعضاء النبات ، فى حين أن نقص هذه المواد يؤدى الى انحطاط القوام والى نقص عام فى كل الأجزاء ، وعلى ذلك فجودة الأرض أوردائها تؤدى الى التصنيف فى النباتات وكذلك شدة الضوء ، وحرارة الصيف أو برودته تحدث تصنيفا فى حلاوة كل أنواع الفواكه تقريبا . كما أن حجم حبوب القمح والشعير وغيرهما من الغلال وكذلك حجم كثير من البزور وغير ذلك من أجزاء النباتات يتوقف أيضا على فلاحه الأرض التى هى مزروعة فيها ، وعلى الفصل وطول المدة التى يجرى فيها النمو . وهناك أحوال خارجية أخرى تؤدى الى تغيرات فى بناء أعضاء مختلفة من النباتات ووظائفها . وقد يقال بالاجمال ان التصنيفات التى من هذا القبيل أى التى تحدث بتغير مقدار المواد الغذائية الموجودة فى التربة أو بتغير الفصل والطقس ، يندر أن تكون وراثية ، فان هذه التغيرات تظهر فى ظروف خاصة ، فاذا تغيرت هذه الظروف اختفت التصنيفات .

فمثلا اذا زرعت أصناف طويلة من البازلاء والفول أو أى نبات آخر فى ارض ضعيفة ، فربما نتجت بطون متوالية من أفراد قصيرة ما دامت

الأرض ضعيفة . على أن بزور مثل هذه النباتات اذا زرعت في أرض جيدة تحدث نباتات طويلة مباشرة ، وهذا دليل على أن عادة القصر التي أحدثتها تلك الأرض ليست تتوقعا وراثيا دائما .

والقمح والشوفان وغيرهما من الغلال اذا زرعت في أرض جيدة من الحداثق على فترات من الزمن طويلة كما فعل بعض مكثري النباتات ، يتكون لها قش طويل وسنابل طويلة وحبوب كبيرة ، ولكن لا يمكن انتاج صنف ثابت جديد منها بهذه الطريقة .

واذا زرع بنجر له جذور مخلبية بشكل (Fanged) بعضه ملاصقا لبعض ، لم تبقى بينها مسافات كافية لتنمية فروعها المشوكة ، وعلى ذلك يمكن حملها على اتخاذ شكل جيد . ومع ذلك فالبزور المنتجة من مثل هذه النباتات اذا زرعت تحت ظروف الزراعة العادية تحدث مباشرة نباتات ذات جذور مخلبية كأسلافها وعلى ذلك فمن الضروري عند محاولة احداث صنف جديد من أى نوع من أنواع النباتات أن لا يكون التنوع المتخذ قاعدة تجرى عليها عملية الانتخاب قد تسبب عن الظروف الخارجية فقط .

اذا كانت زيادة الحجم في بعض الأعضاء هي الوجهة المرغوبة في الصنف الجديد ، فربما كان خيرا أن تحدث نسل متوالية من النباتات التي يراد عمل الانتخاب فيها في أرض معتدلة الضعف بدلا من أرض قوية خاصة ، وأى ازدياد في حجم فرد من النباتات عن غيره في مثل هذه الظروف يقل أن يكون ناشئا عن زيادة السماد عرضا في الأرض بل الغالب أن يكون مسببا عن صفة وراثية باطنية في النبات المذكور .

وأؤكد الطرق لاحداث التصنيف في نبات ما هي أخلاطه أو تهجينه بفرد آخره في هذه العملية يحدث خلط في بروتوبلازم نباتين متميزين وعلى ذلك

فالذرية تشتمل على مادة حية مشتقة من موردين متميزين مختلفين . وقد تكون النباتات الحاصلة فى بعض الأحيان من مثل هذا الخلط ، يماثل بعضها بعضا مماثلة قوية . على أن الذريات التالية تلوح عليها اختلافات كبيرة ، اذ ترى فى النباتات صفات الأبوين الأصليين مختلطة بدرجة شديدة الاختلاف وتلاحظ بينها الخصائص التى لا ترى فى الأبوين غالبا . وهذه الخصائص وان كانت فى ظاهرها جديدة هى هى الخصائص التى أحرزتها الآباء الأول أو أسلافها السابقة ، خصائص نقلت بحالة خفية على مضى عدة أجيال .

والتصنفات التى هى نتائج الأخلاط هى فى الغالب الأغلب وراثية أكثر من الصفات المنتجة بواسطة فعل الظروف الخارجية ، وفضلا عن ذلك فانه يمكن زيادتها فى العادة بواسطة الانتخاب . وليس الأخلاط وحده مفيدا لاجداث الاختلاف بين النباتات حتى يمكن البدء فى الانتخاب ، بل يلجأ اليه أحيانا توسلا الى أن تجتمع فى صنف نبات واحد صفات لا تتوفر إلا فى نباتين مختلفين وصنفين متميزين . فاذا اختلط صنف غض القوام من النوع الجيد من وجوه أخرى بصنف صلب القوام من النوع الرديء ، أنتج أحيانا نسلا أو نسلين فيهما صفة الأول الجيدة وصلابة قوام الآخر . وكذلك الأمر فى غير هذين من صفات صنفين متميزين فانه يمكن خلطهما خلطا صالحا وان كان الأمر يحتاج الى الانتخاب فى أغلب الأحوال لتثبيت خصائص النموذج الجديد المحدث بهذه الطريقة . وهناك خصائص لا يمكن جمعها وتقويتها فى نبات واحد بأى طريقة ، ولذلك يحسن أحيانا أن يزرع صنف من النبات لغرض وصنف لغرض ثان ، بدلا من محاولة الجمع بين صفات متناقضة .

٥ — ارتباط الاختلاف (Correlated Variability) .

إن شتى أجزاء جسم النبات أو الحيوان هي من الارتباط بعضها ببعض بحيث إن أى تغير فى بناء أى عضو أو وظيفته يؤدى فى الغالب الى تغير ضرورى فى عضو آخر . وطبيعة الاتصال بين التصنيفات المرتبطة هي فى كثير من الأحوال ملتبسة ولكن وجود هذا النوع من الاختلاف جدير أن يعيه أولئك الذين يعنون بتحسين النبات . وفضلا عن ذلك فانه من المهم أن لا يدخر وسع لتبين طبيعته ، إذ أن ادراك ما بين الأجزاء المختلفة من النباتات من العلاقات البنائية والوظيفية ادراكا صحيحا كاملا ، يساعد مربى النباتات على توفير كثير من الوقت الثمين . ولا شك أن قلة العلم فى مثل هذه الأمور قد أدت بكثير من مربى النباتات الى محاولة المستحيل .

والمشاهد فى كثير من الأحوال أن مقدار الناتج وجوده الصنف أمران مرتبطان بعضهما ببعض بحيث إن زيادة أحدهما تؤدى الى نقص الآخر ؛ بعد حد ما وأن محاولة جمع الصفتين فى صنف واحد مستحيلة . فلقد كانت كل محاولة للحصول على صنف من بنجر السكر يكون وافر الغلة الجذرية فى الفدان مرتفع نسبة المحتوى السكرى ، تحقق دائما إذا باغ السكر فى الجذر مقدارا مئويا معلوما ؛ فاذا زادت نسبة السكر عن هذا المقدار المئوى أدت هذه الزيادة الى نقص فى حجم الجذر ووزنه .

ويظهر أنه من المستحيل تربية صنف من القمح الأبيض ذى محتوى وافر من الجلوتين (Glutin) بحيث تكون قوة اغلاله لحبوب القمح النشوية فى الفدان الواحد كبيرة أيضا ، وتتوقف صعوبة هذه التربية على أن الزلايات الجلوتينية تختزن فى الأكثر فى الطبقة المفردة من الخلايا الألورونية التى تمتلئ أولا ، اذ تمتلئ الأجزاء المركزية من الاندوسبرم بعد ذلك من مادة النشا على الأخص ؛ وكلما طالت مدة عملية التمثيل بعد امتلاء الطبقة الألورونية ازدادت الحبوب نشا وازداد المحصول كبرا .

وقد دلت التجارب على أن أصناف الشعير الرفيعة الساق تعطى أجود أنواع الحبوب اللازمة لمولت البيرة ، وأن تربية صنف منه تجتمع فيه جودة صنف الحبة وشدة صلابة القش ربما كان مستحيلا .

ومعلوم أن انتاج البزور وترعرع الأعضاء الخضرية أمران متضادان ، مثال ذلك : البطاطس فانه لما كانت الغلة من درناتها الجيدة كبيرة نزلت نسبة انتاجها للبزور نزولا كبيرا ، وكذلك الأمر فى الشوفان والقمح فان أصنافهما القصيرة القصب تعطى فى العادة مقدارا من الحبوب أكبر فى النسبة منه فى ذوات القصب الطويل . وكذلك اللفت الذى ينمو ببطئ مستمر فانه يعطى مقدارا من الوزن الجاف فى الفدان أكثر من الصنف السريع النمو ، إذ أن هناك وقتا أكبر لصنع الغذاء وتجمعه وتمثيله فى الصنف الأول مما هو فى الصنف الثانى ، فأما محاولة انتاج صنف من اللفت سريع النمو بحيث يكون مرتفع القيمة الغذائية فانها تنجح بعد الوصول الى حد محدود من الجودة ؛ ولكن يوجد لحسن الحظ مجال واسع للعمل النظامى والتحسين قبل الوصول الى الحد المذكور ، وقد يصدق ذلك على كل النباتات الحقلية تقريبا ، إذ أنه لم يبذل من المجهودات المنظمة لتحسينها الى اليوم إلا قليل .

٦ — الرجعى (Reversion) انحطاط الأصناف (Degeneration of Varieties) .

يصبح الصنف الجديد من النبات مستقرا على التدرىج وثابتا بواسطة اعدام الأفراد التى لا تشابه النموذج العام من كل جيل من أجياله . على أن لفظ "تثبيت" لفظ نسبي ، فانه كثيرا ما تظهر أفراد من "النباتات الكاذبة" أو الشريدة بين أفراد ذرية النبات بين فترة وفترة حتى ولو كان صنفا مربى جرت فى أجياله عملية الاعدام بانتظام ، ونسل من البزرة فى أثنائها مطردا .

مثال ذلك : الأفراد التي تشابه نبات البانسي (Pansy) المتوحش (Viola Tricolor L.) فيولا تريكولو في شكل أزهارها وأوراقها وكذا في حجمها ولونها فانها تبدر أحيانا بين النباتات المحدثه من بزور أجود نماذج نبات البانسي المربي الكبير الزهر ، وتحدث أحيانا بين محاصيل اللفت المخضر الرأس أفراد قرمزية الرأس . وكثيرا ما تبدو على الشريدة من النباتات (Rogues) صفات كانت في أجداد الصنف الذي توجد فيه .

ويطلق على ميل النباتات الى الرجوع الى الصفات التي جرى العهد على فقدها لفظ "أتاڤيزم" (Atavism) الارتداد أو الرجعي (Reversion) .

ولا يبقى من الأصناف المكثرة بواسطة البزور على شكل النموذج الذي أنحرجه المربي الأول إلا قليل منها أكثر من عدد محدود من السنوات ؛ وقد لا يبقى منها شيء بته . ولما كان اعدام النباتات الشريدة في كثير من الأحوال أمرا لا يقوم به من يزرعون البزور قياما وافيا فان ما يترتب على ذلك من الاختلاط بذرية النباتات المرتدة يدعو الى سرعة انحطاط الصنف في النقاوة .

وفضلا عن جهل الزراع بأمر تمييز الأشكال المرتدة ارتدادا بسيطا وتراخيهم في اعدامها ، فان هناك تغيرات تحدث في النموذج بسبب اختلاف رأى كل زارع يوم ينتخبون الأفراد التي يتخذونها آباء للبزور . فانه اذا وجد ثلاثة زراع لصنف البازلأ الذي استحدثه المسترجاين (Gubbin) مثلا فلا بد لهم من الاختلاف في الرأى عن المسترجاين نفسه وعن أنفسهم في أهمية مختلف صفات البزرة الجيدة ؛ وعلى ذلك فاذا حصل الانتخاب كان ذلك من ثلاث نقط نظرية مختلفة ، فاذا انقضى أمد بضعة أجيال لم يبق صنف المسترجاين إلا بالاسم إلا اذا قام المسترجاين نفسه بعملية التكثير .

وعلى ذلك تنتج ثلاثة نماذج مختلفة تسمى بنفس الاسم . ولذلك كان من الواجب على الزارع والبستاني أن لا يغتر بالأسماء القديمة فانه لا يترتب عليها الحصول على شئ نافع ؛ كما أنه لا بد من الإشارة الى أن ظهور اسم جديد لا يقتضى أن يدل على ظهور صفة جديدة فى البزرة التى أطلق عليها الاسم ؛ فقد تطلق أسماء جديدة على الأصناف القديمة يوم لا يمكن بيعها باسمها القديم .

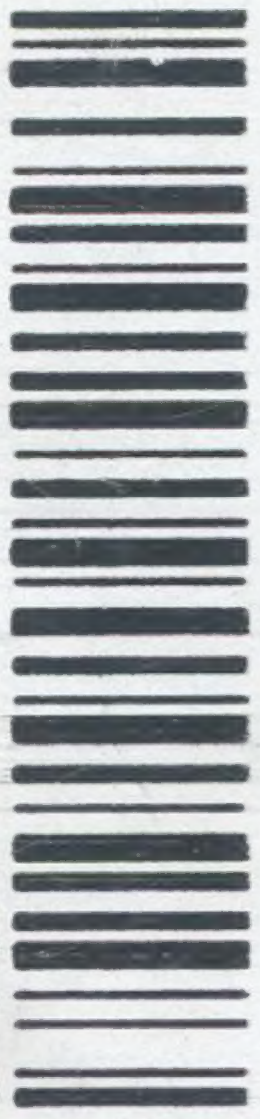
وزراعة قطع صغيرة من الأرض بكثير من الأصناف المختلفة التسمية من نباتات الحقول والبساتين من النوع نفسه يفيد الزارع تجربة وخبرة قيمة .

وفضلا عن ذلك فان فى بذر قطع صغيرة من الأرض بيزور صنف من اللفت أو البازلأء يحصل عليها من ستة متاجر مختلفة من متاجر البزور درسا عظيما مفيدا ولكن مما يؤسف له أن الزراع لا يقومون بتجارب كافية من هذا القبيل .

(انتهى)



Bibliotheca Alexandrina



0562806